

قياسات جوتنجن الإشعاعية

Göttenger Aktinometrie (sf)

هي ← المصنف النجمي الذي عمله كارل

شوارتر شيلد .

القياسات السماوية

uranometry

uranometrie (sf)

Uranometrie (sf)

هي عنوان للعديد من الخرائط النجمية القديمة .

قياسات الاشعاع

actinometry

actinometrie (sf)

Aktinometrie (sf)

هي قياسات إشعاع نجم . وقياسات جوتنجن هي

عبارة عن ← مصنف نجمي يحتوي على لمعان

النجوم . ومقياس الاشعاع هو عبارة عن جهاز

لقياس الإشعاع ، على سبيل المثال قياس ← الثابت

الشمسي .

قياسات الضوء

photometry

photométrie (sf)

Photometrie (sf)

← الفوتومتري

القياسات الضوئية الفلكية

astronomical photometry

photométrie astronomique (sf)

Astrophotometrie (sf)

← الفوتومتري .

القياسات الضوئية في ثلاثة ألوان

three color photometry

photométrie à trois couleurs (sf)

Dreifarphotometrie (sf)

← فوتومتري متعدد الألوان يقاس فيه لمعان النجم

في ثلاثة مناطق طيفية .

القياسات الضوئية الطيفية

spectral photometry

spectrophotométrie (sf)

Spektralphotometrie (sf)

هي طريقة لتعيين توزيع المعان في الطيف ،

← الفوتومتري .

القياسات الفلكية

astrometry

astrométrie (sf)

Astrometrie (sf)

(الاسترومتري) هي إحدى فروع علم الفلك ،

قوة التناقل

gravity

pesanteur (sf)

Schwerkraft (sf)

هي تلك القوة المؤثرة بفعل جذب كتلة الأرض

على جسم فوق سطحها ؛ و ← الجاذبية هي حالة

خاصة من قوة التناقل . ويستعمل هذا الإصطلاح في

المعنى المجازي لأي قوة تنشأ بفعل الجاذبيه مثل جذب

النجوم أو الكواكب .

قوة التحليل

dispersion

dispersion (sf)

Dispersion (sf)

هي عبارة عن مقياس لقدره فصل

أحدى ← الأجهزة الفلكية الراديوية أو ←

مطياف .

القوة الطاردة

repulsive force

force de répulsion (sf)

Repulsivkraft (sf)

هي القوة المؤثرة على غازات ← مذنب ، والتي

تعمل على ضغط الجزيئات المنبعثة من رأسه في إتجاه

مضاد لإتجاه جذب الشمس ، بحيث ينشأ الذيل على

الناحية من المذنب غير المقابلة للشمس . وينشأ جزء

من القوة الطاردة بفعل ضغط الإشعاع بينا الجزء

الآخر ناشيء من الإشعاع الجسيمي الشمسي .

القوس (والرامي)

Sagittarius, Sgr. (L)

archer

Sagittaire (sm)

Shütze (sm)

هو أحد البروج ويرمز بالرمز ♐ ، ويتسمى إلى

دائرة الحيوانات ويوجد في نصف الكرة

الجنوبي يشاهد هذا البرج في ليالي الصيف . وفي

البرج تمر سكة التبانة بما فيها من سدم مجرية لامعة

وسحب داكنة ، كما يوجد به أيضا عديد من الحشود

النجمية علاوة على المنبع الراديوي ، القوس - A .

وتعبر الشمس في خلال حركتها السنوية الظاهرية هذا

البرج تقريبا من منتصف ديسمبر حتى النصف الثاني

من يناير .

مواقع الأجرام السماوية ، يسمى بحركة إختلاف المنظر ، التي يقوم بتعيينها الأسترومترى كذلك ؛ وتمثل حركة إختلاف المنظر الأساس لتحديد المسافات الفلكية ، كما يحتل ، في هذا المجال ، إختلاف المنظر الشمسى أهمية خاصة . ومن واجبات القياسات الفلكية علاوة على ما ذكر أسس تحديد المواقع الجغرافية وكذلك التحديد الفلكى للزمن .

قياسات السلياق

Wega (A)

هى نجم ← النسر الواقع .

قيطس

Cetus, Cet (L)
Sea monster, Whale
baleine (sf)
Wahlfisch (sm)

كوكبة متباعدة الأطراف من كوكبات المنطقة الإستوائية ، ترى في ليل الخريف والشتاء . والنجم α في هذه الكوكبة معروف بإسم ← الأعجوبة أو أعجوبة قيطس ، وهو نجم متغير يعتبر نمطا للمجموعة من المتغيرات المسماة بإسم ← نجوم الأعجوبة .

قيفاوس

Cepheus, Cep (L)
cephus
céphée (sm)
cephus (sm)

إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى ، التي تبقى معظمها دائما فوق الأفق في خطوط عرضا . ويصل قيفاوس بأجزائه الجنوبية إلى داخل الطريق اللبنى . ويسمى ألمع نجم فيه (α) ← الدبران . والنجم δ (دلتا) قيفاوى نجم متغير ويعتبر نمطا لمجموعة من المتغيرات هى ← نجوم دلتا قيفاوى . وهذا النجم عبارة عن مزدوج مرافقه على بعد ٤١ . ويمكن رؤية هذا المرافق بواسطة مرقب متوسط . كما أن النجم μ متغير أيضا ويسمى حسب لونه ← نجم الجرانيت .

قيفاويات

Cepheids
cephheids
cephiden

مثل ← نجوم دلتا قيفاوى .

وتهم بقياسات الأجرام السماوية بإعتبارها نقطية الشكل . كما يهتم فرع القياسات الفلكية بدراسة العوامل التي تؤدي إلى تغير ظاهر في مواقع الأجرام السماوية على الكرة السماوية . وبالإضافة إلى هذا تهتم القياسات الفلكية بنظرية الآلات المستخدمة في تحديد مواقع النجوم وكذلك بطرق تقييم نتائج القياسات في الأغراض الفلكية العديدة . ولا تدخل في نطاق الأسترومترى تلك القياسات التي تعتبر فيها الأجرام السماوية كجسم طيعى أى القياسات التي تقع في نطاق الفيزياء الفلكية . ولما كان تحديد مواقع الأجرام السماوية على الكرة السماوية من إختصاص علم الهيئة فإنه يطلق عليه أحيانا إسمى فلك المواقع أو الفلك الكروى .

يتم قياس مواقع الجرم السماوى حسب نظام معين من الإحداثيات الفلكية . وهناك زحزحات تحدث في مثل هذا النظام الإحداثى نتيجة كل من السبق والكبو . وتوالى حدوث هذا التغير يوجب البحث عن ← نظام الإحداثيات الثابت . وبالإضافة إلى ذلك فإن الوضع الظاهرى للجرم السماوى على الكرة السماوية يتغير نتيجة عوامل مختلفة أخرى هى بالتحديد الزيف الضوئى وإختلاف المنظر . لهذا فإن من واجبات الأسترومترى أيضا تعيين هذه المؤثرات .

يمكن عن طريق المقارنة بين أوضاع نجم ما على نفس النظام الاحداثى في أزمنة متباعدة تحديد التغير المطلق في وضع النجم على الكرة السماوية أى حركة النجم الذاتية . والحركة الذاتية مع السرعة الخطية ، التي يمكن تعيينها من دراسات الفيزياء الفلكية تمثلان أساس دراسة الحركات في المجرة . والتغير المقاس في مواقع الكواكب وأقارها وكذلك في مواقع الكويكبات والمذنبات هو المنطلق لتحديد مدار هذه الأجسام السماوية . كذلك فإنه يمكن تعيين مدارات النجوم المزدوجة بمعلومية التغير في المواقع . ينتج عن حركة المشاهد ، نتيجة دوران الأرض حول نفسها أو دورانها في مدارها حول الشمس ، تغير ظاهرى في

المولود بتاريخ ٨ يونيو ١٦٢٥ في بارينالدو بجوار نيزا والمتوفى بتاريخ ١٤ سبتمبر ١٧١٢ في باريس ، كان في عام ١٦٥٠ أستاذا في بولونيا ، ومنذ عام ١٦٦٩ مديرا لمرصد باريس تحت الانشاء ثم أصبح مديرة بعد ذلك . وولده جاكس كاسيني (١٦٧٧ - ١٧٥٦) وحفيده فرانسواز كاسيني وابن حفيده جاكس دومينكو كاسيني (١٧٤٨ - ١٨٤٥) . وقد كان كاسيني فلكي ناجح . ومن بين إكتشافاته دوران المشتري وحلقات زحل التي سميت بإسمه وكذلك أربعة من أقمار زحل ، ← فاصل كاسيني .

كاليستو

Kalisto

أحد ← توابع المشتري .

كانت

Kant

هو الفيلسوف عا نوبل كانت المولود بتاريخ ٢٢ إبريل ١٧٢٤ في كونجزبرج والمتوفى بتاريخ ١٢ فبراير ١٨٠٤ في نفس البلدة . ومن أعماله ذات الأهمية الفلكية «التاريخ العام للطبيعة ونظرية الكون» عام ١٧٥٥ . وفي هذا الكتاب أرسى كانت أسس نظرية وجود النجوم في مجموعات نجمية متباعدة عن بعضها في الكون ومتشابهة . وقد سبق بذلك كانت نتائج الإحصاء النجمي . وفي نفس الكتاب توجد نظرية عن نشأة المجموعة الشمسية ، تعتبر كبداية للكسوموجوني العلمي ، فما إحتوته من إفتراضات من حيث نشأة المجموعة الشمسية من سديم أول غير منتظم لا يزال حتى الآن من أسس النظرية الكسوموجونية .

كانوبوس

Canopus

canopus

Kanus (sm)

هو النجم ← شهيل .

كبلر

Kepler

هو يوحنا كبلر الفلكي المولود بتاريخ ٢٧ ديسمبر

(ك)

كاثوبيا

cassiopea, Cas (L)

cassiopea

cassiopee (sf)

Kassiopeia (sf)

هي كوكبة ← ذات الكرسي .

الكأس

cup

coupe (sf)

Becher (sm)

هو كوكبة ← الباطية .

كابتين

Kaptayn

هو يعقوب كورنييلوس كابتين الفلكي الهولندي المولود بتاريخ ١٩ يناير ١٨٥١ في بارنيفلد والمتوفى بتاريخ ١٨ يونيو ١٩٢٢ في أمستردام . وقد عمل كابتين في كل من ليدن وجرونجن ، كما إشتغل بالفوتومتري والحركة الذاتية للنجوم والإحصاء النجمي وتركيب مجرة سكة التبانة . وإنتقل في أبحاثه الاحصائية النجمية من الطريقة التحليلية إلى الطريقة العددية (← نسق كابتين) ؛ وشرح نظام المساحات المختارة التي تسمى أيضا ← حقول كابتين . وقد أصدر كابتين مصففا كبيرا يحتوى على لمعان النجوم في نصف الكرة الجنوبي .

كاستور

castor

castor

Kastor (sm)

هو النجم المعروف بإسم ← نير التوأمين أو رأس أفلون المبسوطة .

كاسيني

Cassini

هو جيوفاني دومينكو كاسيني الفلكي الفرنسي

والكواكب يقطع مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية . وهذا هو محتوى القانونين الأول والثاني المسميان حتى الآن بإسم كبلر والذي قام بنشرهما عام ١٦٠٩ في مجلة «الأسترونوميا نوفا» أو الفلك الجديد . وبذلك أزال كبلر النقص في نظرية كوبرنيكوس للكواكب وساعد في الإعتراف بنظرية مركزية الشمس . بجانب هذا إهتم كبلر منذ عام ١٦٠٤ بالبصريات . ظهر ذلك في كتابه «أوفتليوم باراليومينا» وعلى وجه الخصوص في كتابه «ديوبتريسى» الذى صدر فى عام ١٦١١ . وفى هذا الكتاب فسر كبلر نظرية المنظار الذى عرف بإسمه . كما قام بتصميم المنظار الفلكى أو تلسكوب كبلر . وفى عام ١٦٠٤ رصد كبلر نوفا في كوكبة الحوَّيه ، وهذه إحدى ثلاث نوفا ظهرت في الطريق اللبنى وتعرف عن طريق مشاهدة إشعاعها .

سادت ظروف حياة كبلر المادية أكثر وأكثر أثناء صعوده مجده . فقد كان مرتبه يعطى له في أجزاء بسيطة ، ولذلك عمل على الحصول على نفقات حياته من إصدار التقويم وعمل الموروسكوب ولو أنه كان ينوه دائما بعدم جدواها . وفى عام ١٦١٢ قبل كبلر العمل في وظيفة بمعهد «لتر» بعد وفاة القيصر رودولف الثاني . وهناك واصل العمل في جداوله الكوكبية ، التى ظهرت في عام ١٦٢٧ بإسم «الجداول الرودولفينية» . وقد إستعمل في حساباته أرصاد براهى وما أوجده من قوانين لحركة الكواكب . وبذلك حصل كبلر على دقة عالية أدت لأن تظل هذه الجداول أساسا لأرصاد الكواكب حتى منتصف القرن الثامن عشر . وفى نفس الوقت تناول كتابه الأول وحاول دراسة تكوين المجموعة الشمسية وذلك بإعداد نظرية مبسطة . وكتيجة لذلك ظهر في عام ١٦١٩ كتابه «هارمونيكس موندى» الذى نشر فيه قانونه الثالث . وظلت متاعب كبلر المادية والعائلية كما هي ، بحيث كان عليه أن يقاسى من الحرب حيث توفى أطفاله ورفعت

١٥٧١ بإحدى ضواحي مدينة (فيرت) والمتوفى بتاريخ ١٥ نوفمبر ١٦٣٠ بمدينة «ريجنس برج» . وقد ترعرع كبلر في ظروف غير سارة ، إلا أن نبوغه كان واضحا بحيث أرسله مُربيه إلى مدرسة معبد . وفى السابعة ذهب كبلر مدرسة البروتستانت الدينية الخيرية في «تينجن» كى يصبح قسيسا ، فحصل هنا ، على شهادتها في عام ١٥٩١ . وفى الحقيقة فإن كبلر قد إهتم برغبة كبيرة بدراسة الرياضة والفلك وكان أستاذه فيها «ماشيلين» ، الذى حَمَّس كبلر لتعاليم كوبرنيكوس . وفى عام ١٥٩٤ سافر كبلر إلى جراتز ليعمل بها معلما للرياضة . وهناك كتب أول بحث له عن «أسرار الكون» ، حاول فيه إيجاد العلاقة بين المدارات الدائرية للكواكب الموجودة في تعاليم كوبرنيكوس وبين الخمس أجسام (البلاطونية) المنتظمة في الهندسة ، وبالتالي إيضاح تعاليم الجديدة . وعلى سبيل المثال أصبح من الممكن إعطاء مدار المريخ بالبحث في المدار الذى يغلف مدار يضاويا للأرض حول الشمس بدلا من المدار الدائرى المعروف . إلا أن كبلر أدرك بسرعة أن مثل هذه التوقعات لا تتفق مع الأرصاد . وعلى الرغم من ذلك حظى كبلر عن طريق بحثه هذا على كثيرا من العرفان ، وكذلك من جاليليو وعلى وجه الخصوص من تيكونبراهى ، الذى أوصى بالتسك بالأرصاد . وبسبب إضطهاد البروتستانت إضططر كبلر إلى أن يترك جراتز ، وقبل عرض تيكونبراهى للعمل معه . وعلى ذلك سافر كبلر إلى براغ عام ١٦٠٠ وأصبح فيها عام ١٦٠١ خليفة لبراهى بعد وفاته في وظيفة الرياضى القيصرى . ومن هنا حصل كبلر على أرصاد تيكونبراهى وبدأ مباشرة في تحليلها . وبدأ أولا بمحاولة إيجاد توافق بينها وبين تعاليم كوبرنيكوس إلا أنه لم يتمكن من ذلك . وبعد حسابات إستمرت سنين طويلة وجد أخيرا ، أنه يمكن إيجاد تطابق مع الأرصاد عندما نفترض أن الكواكب تتحرك في قطاعات ناقصة حول الشمس وأن الخط الواصل بين الشمس

لا بد أن تكون النسبة m_e/m_g ثابتة لجميع الأجسام، لأن g ثابتة في المكان الواحد. وتناسب الكتلة الحاملة في جسم ما مع كتلة تناقله، ولذلك فإننا لا نحتاج إلى التمييز بينهما بل يمكن أن نضع $m_g = m_e$ ونتحدث فقط عن m . وقد استطاعت نظرية النسبية إثبات تساوى الكتلة الحاملة مع كتلة التناقل. والوحدة الأساسية للكتلة هي الكيلوجرام، وتختصر كجم (وتقاس قوى وموازن بالكيلوبوند أى الألف رطل).

أدت نظرية النسبية الخاصة إلى تغييرات كبيرة أيضا في فكرتنا عن الكتلة. فقد أوضحت النظرية أن الكتلة m مكافئة للطاقة E خلال العلاقة: $E = mc^2$ ، حيث C سرعة الضوء. وفي العمليات الأولية مثل بناء الأزواج أو التحلل الضوئي أو في حالة قصور الكتلة يتضح أنه تبعا لهذه العلاقة فإن الكتلة تتحول إلى طاقة وكذلك فإن العكس ممكن. علاوة على هذا فإنه تبعا لنظرية النسبية لم تعد الكتلة قيمة ثابتة وإنما تزداد بزيادة سرعة الجسم v تبعا للعلاقة:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

حيث c سرعة الضوء، m_0 كتلة الجسم في حالة الثبات.

كتل النجوم

stellar masses
masses stellaires (pf)
Masse der sterne (sf)

يمكن تعيين الكتل إذا أمكن رصد تأثير جذبها، الأمر الذى يمكننا إجراؤه بالنسبة للنجوم المزدوجة، التى يتحرك فيها عنصرى المجموعه حول مركز الثقل المشترك وكذلك في حالة النجوم الفردية يشاهد في طيفها تأثير دوبلر حسب نظرية النسبية.

(١) إذا رمزنا لنصف القطر الأكبر لمدار التابع النسبي في حالة نجم مزدوج بالرمز a (بالوحده الفلكيه)، وإلى زمن الدور حول النجم الرئيسى بالرمز P

دعوى على والدته بالسحر. ويسبب ديون سحبها كبلر مسبقا فقد أوصى به القيصر إلى فالشتين فسافر إليه في عام ١٦٢٨ إلى ساجان (حاليا زاجان). ووعده فالشتين بالمساعدة، إلا أنه لم يدفع له شيئا. بعد ذلك سافر كبلر في عام ١٦٣٠ إلى ريجنزبورج حيث مجلس فالشتين ليحصل منه على شيء، ويدون أن يحصل على شيء توفي على أثر الرحلة.

ومن أعمال كبلر الأساسية أسرار الكون ١٥٩٦ ثم في عام ١٦٠٤ إضافات في البصريات وفي عام ١٦٠٩ الفلك الحديث وفي عام ١٦١١ الدايتور وفي عام ١٦١٩ توافق الكون وفي عام ١٦٢٧ الجداول الرودولفينية.

الكبر

wutation
nutation (sf)
nutation (sf)

← السبق.

الكتلة

mass
masse (sf)
Masse (sf)

هى خاصية المادة التى تميزها في وجود مجال جاذبية أو تغيير في السرعة. ولكل جسم قصور ذاتي، أى أنه لا بد أن يتأثر بقوة K كى يتغير سرعته. وهذه القوة تتناسب مع العجلة b الناتجة ومع كمية أخرى تسمى الكتلة الحاملة m_e ، حيث $K = m_e \times b$. وعلاوة على ذلك فإن كل جسم له كتلة يتأثر بقوة وخصوصا في مجال جاذبية الأرض. ويتم تمييز هذه القوة بأنها وزن الجسم. فالوزن G يتناسب مع عجلة الجاذبية g ، ذات القيمة الثابتة وكمية أخرى يطلق عليها كتلة تناقل الجسم: $G = m_g \times g$. وتعمل قوة الجذب m_g على أن يسرع الجسم بسرعة السقوط الحر إلى الأرض بحيث تكون العجلة (على حسب المعادلة الأولى): $b = \frac{m_g \cdot g}{m_e}$. وقد إتضح أنه في وجود أى قوة فإن جميع الأجسام تسقط بنفس العجلة. أى أن b ثابتة. وعلى ذلك

درجة الميل على المستوى المماس . ولما كان من غير الممكن تحديد هذا الميل مباشرة ، لذلك لا يمكن تحديد الكتل صافيه وإنما مضروبه في عامل معين يدخل فيه الميل الغير معروف للمدار بالنسبة للمستوى المماس . أما في حالة المزدوجات الطيفية التي يمكن قياس طيف كل منها ، وبالتالي فإن حركته معروفة فإن العلاقة بين الكتلتين هي :

$\frac{a_2}{a_1} = \frac{M_2}{M_1}$ ويمكن إستخراجها بدون ما حازه إلى معرفة الميل ، لأن نفس العامل الغير معروف يدخل في كل من a_2, a_1 ، إلا أن قيمة كل كتلة على حده مرتبطه بالعامل المجهول . وإذا كان ميل المدار كبير جدا بحيث يكون المزدوج الطيفي أيضا متغيرا كسوفيا فإنه يمكن تعيين الميل من المنحنى الضوئي ، وبذلك يمكن تحديد كل من الكتلتين بدقة كبيرة ، وهذا ممكن حتى الآن فقط بالنسبة لعشرين مزدوجا .

إنه يفترض أن ميل المدار في الكون ليس له قيا تفضيليه ، فإنه يمكن أخذ قيمه متوسطه له . وتبعاً لذلك نحصل على قيمة متوسطه لطول القطر الأكبر وبالتالي قيمة متوسطه لكل النجوم . بهذه الطريقة نسقط من حسابنا احتمالات وجود نجوم مختلفه الكتل ، إلا أننا نحصل على كتلة غالبية النجوم ، الشيء الذي يكفي للأغراض الإحصائية .

(٢) تعتمد إمكانية تعيين كتل النجوم المنفرده على حدوث إزاحة حمراء لطيف النجم في مجال جاذبيه . وتبعاً لنظرية النسبية العامه فإن كل طاقه معادلة لكتله . وعند مغادرة النجم فإن الفوتونات الضوئيه لابد أن تبدل شغل ضد جاذبية النجم . وبذلك فإن هذه الفوتونات تفقد طاقه تؤدي إلى إزاحه في الخطوط الطيفيه ناحية الطول الموجي الأكبر تظهر على شكل إزاحة حمراء في الطيف . وإذا رمزنا بالرمز λ إلى الإزاحه في طول الموجه فإن القيمة $\frac{\lambda}{\lambda_0}$ تتناسب مع $\frac{M}{R}$: على اعتبار M الكتله ، R نصف قطر النجم . أي أنه يمكن تحديد كتلة

(بالسنين) ، وإلى كتلة النجمين بالرمزين M_1, M_2 (بوحدهات كتلة الشمس) ، فإننا نحصل تبعاً لقانون كيبلر الثالث على العلاقة :

$M_1 + M_2 = \frac{a^3}{P^3}$ ، وإذا ما عرفنا كل من زمن الدوره ونصف القطر بالوحدات الطويله فإنه يمكننا الحصول على مجموع الكتلتين . وفي حالة المزدوجات المرئيه يمكننا فقط تعيين نصف القطر الأكبر للنجم التابع حول النجم الرئيسي بالوحدات الزاويه ، أي بالتواني القوسيه ، إلا إذا كان بعد النجم عنا معروفاً فإنه يمكننا في هذه الحاله إستنتاج a بالوحدات الطويله . ولما كان نصف القطر الأكبر يدخل بالأس الثالث في المعادله السابقه ، فإن الأخطاء الصغيره في تحديد نصف قطر المدار تؤثر بدرجة كبيره في تعيين الكتل . ويمكننا الحصول على معلومات دقيقه عن كتل النجوم بواسطة المزدوجات القريبه من الشمس ، حيث أن الأخطاء في تحديد المسافه تكون في هذه الحاله أقل ما يمكن . وبدون معرفة البعد يمكننا معرفة مجموع كتلتي المجموعه عندما نستطيع تحديد سرعة التابع في مداره من الدراسات الطيفيه . ومن كل من السرعه المداريه وطول الدوره نستنتج طول المدار ، وتبعاً لذلك طول نصف القطر الأكبر بالوحدات الطويله . ومن الملاحظ أن ذلك ممكن فقط بالنسبه لعدد قليل من النجوم .

نستطيع الحصول على كتلة كل نجم على حده إذا كان من الممكن تحديد مدار كل منها على حده حول مركز الثقل المشترك . وفي هذه الحاله ، إذا رمزنا إلى نصف القطر الأكبر للنجمين بالرمزين a_1, a_2 ، فإن $\frac{a_2}{a_1} = \frac{M_1}{M_2}$ ومن هذه العلاقة والعلاقة السابقه يمكن حساب كتلة كل من النجمين . وعدد النجوم المزدوجه البصريه التي نعرف كتل نجميها بهذه الطريقه صغير جدا ويبلغ حوالي ٤٠ مجموعه فقط .

في حالة المزدوجات الطيفيه لا يمكن رصد نصف القطر الأكبر مباشره ، وإنما مسقطه على المستوى المماس على الكره السماويه . ويعتمد هذا المسقط على

الكتلة واللمعان

mass luminosity

masse (sf) - luminosité (sf)

Masse (sf) - Helligkeit (sf)

← العلاقة بين الكتلة واللمعان .

الكتلة ونصف القطر

mass - radius

masse (sf) - rayon (sm)

Masse (sf) - Radius (sm)

← العلاقة بين الكتلة واللمعان .

الكثافة

density

densité (sf)

Dichte (sf)

هي الكتلة الموجودة في وحدة الحجم . ووحدات الكثافة هي الجرام/سم^٣ . والكثافة المتوسطة لجسم غير منتظم هي عبارة عن النسبة بين كتلته وحجمه الكلي . وأحيانا يستعان بالكثافة أيضا في مجال التعبير عن عدد الجزيئات في وحدة الحجم (كثافة الجزيئات) أو عدد النجوم (كثافة النجوم) في وحدة الفضاء . وتحت كثافة الطاقة نقصد كمية الطاقة الموجودة في كل وحدة حجم .

كثافة الجرم السماوي

density of the heavenly body

densité du corps céleste (sf)

Dichte des Himmelskörpers (sf)

الكثافة S المتوسطة لجرم سماوي يمكن حسابها من الكتلة M ونصف القطر R بالعلاقة : $M = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$ ؛ حيث $\rho = 3.142 \times 10^3$ وفي حالة النجوم فإن كل من الكتلة ونصف القطر يمكن تحديده بدون الإعتماد على الآخر وبطريقة دقيقة إلى حد ما في حالة المتغيرات الكسوفية . لذلك فإننا نحصل على قيم دقيقة نسبيا للكثافة المتوسطة . وفي حالة تعيين نصف القطر من القوة الإشعاعية للنجم ودرجة حرارته الفعالة أى بطرق إشعاعية نظرية فإننا نحصل على قيم للكثافة غير دقيقة لأن درجة الحرارة تدخل بالأساس السادس في الحسابات ، فيستج

النجوم المعروف نصف قطرها بمساعدة الإزاحة الحمراء A₂ . لكن الإزاحة الحمراء النسبية لا يمكن فصلها بسهولة عن الإزاحات أو الإتساعات الخطية الناشئة من عوامل أخرى ، على سبيل المثال إتساع الخطوط نتيجة الاضطرابات في أجواء النجوم أو الإتساعات الخطية نتيجة للضغط العالى . ويمكن عمل هذا الفصل فقط في حالة النجوم ذات نصف القطر الصغير ، أى تقريبا الأقزام البيضاء أو النجوم ذات الكتل الكبيرة ، لأن الإزاحة الحمراء النسبية تكون كبيرة في هاتين الحالتين . وقد حسب «ترمبلر» في حالة النوع الأخير كتل للنجوم تصل بين ٥٧ إلى ٤٠٠ مره قدر كتلة الشمس ، وإن كان من غير المحتمل صحة هذه القيم .

بصرف النظر عن هذه القيم الترمبلرية ، فإننا نجد الاختلاف في الكتل الفردية للنجوم بسيط نسبيا . وأقل كتلة وجدت حتى الآن هي للنجم Luyten 626 - 8B حيث تقدر كتلته بحوالى ٠.٠٤ فقط من كتلة الشمس . (التابع الغير مرئى ، نجم السهم ، له كتلة أقل من ذلك إلا أنه لا يمكن القول بأنه نجم وإنما جسم شبيه بالكواكب) وحسب جميع الاحتمالات فإن هذا ليس الحد الأدنى لكتل النجوم ، فن المؤكد أن هناك كتل تصل بين كتل النجوم وكتل الكواكب . وللنجوم صغيرة الكتلة قوة إشعاعية بسيطة بحيث أنها ترى فقط بصعوبة . والحد الأكبر للكتلة ، تبعا للدراسات النظرية ، يبلغ حوالى ٦٠ مره قدر كتلة الشمس . أما النجوم الأكبر كتلة من ذلك فيحتمل أن تحدث فيها نبضات تفضى بكتل منها . أى أن ما وجده «ترمبلر» من قيم لا يتفق مع الحدود النظرية ، ويحتمل أن يكون هناك خطأ في الإستنتاج من الأرصاد . والعلاقة بين الكتلة والنوع الطيفي في جدول ← أبعاد الحاله . كذلك توجد علاقة بين الكتلة وقوة إشعاع النجوم ، ← الكتلة واللمعان .

الكرة السماوية

Celestial sphere

sphère céleste (sf)

Himmelssphäre (sf)

هي كرة خيالية تبدو عليها مساقط النجوم من مكان المشاهدة ويمكن إختيار نصف قطر الكرة السماوية بحرية كما يمكن أيضا أن يكون لا نهائي . ويتقابل محور دوران الأرض (محور السماء) مع الكرة السماوية في قطبي السماء بحيث يكون القطب الشمالى فى إتجاه إمتداد محور الأرض إلى قطبها الشمالى بينما القطب الجنوبى فى الإتجاه المضاد على السماء . كنتيجة لدوران الأرض حول محورها تصنع النجوم مدارات دائرية ظاهريه حول قطب السماء وتسمى هذه الحركة بالحركة اليومية . يسمى الخط على الكرة السماوية الذى ينشأ من إمتداد المستوى العمودى على محور السماء بخط الإستواء السماوى .

الكرة اللونية الشمسية

chromosphere

chromosphère (sf)

Chromosphäre (sf)

← الكروموسفير .

الكرة النارية

fireball

bolide (sm)

Feuerkugel (sm)

هي شهاب يزيد لمعانه عن القدر - ٤ .

الكروموسفير

Chromosphere

chromosphère (sf)

Chromosphäre (sf)

هي الطبقة من الغلاف الشمسى الموجوده بين الفوتوسفير والكورونا ؛ ← الشمس .

الكرونوجراف (رأس الزمن)

coronograph

choronographe (sm)

Choronograph (sm)

هو جهاز يستخدم فى التحديد الدقيق لنقطة زمنية . تحتوى الكرونوجرافات القديمة علامات للثنائى بجانب العلامات المراد تعيين أزمنتها بدقة وذلك

عن خطأ بسيط فى قيمة درجة الحرارة خطأ كبير فى نتيجة الكثافة المتوسطة .

إن الكثافة المتوسطة للنجوم متباينة بدرجة كبيره وتعتمد على إنتماء النجم لنوع طيفى معين أو قوة إشعاعيه معينه . وأصغر قيمه للكثافة المتوسطة هي تلك التى نحصل عليها لفوق العالقة ، حوالى 10^{-6} جم/سم³ ، وأكبر قيمة هي للأقزام البيضاء ، حوالى 10^{-10} جم/سم³ (أى 10^{10} كجم/سم³) والكثافة المتوسطة فى حالة النجوم النيوترونيه أكبر من ذلك بكثير وتقدر بحوالى 10^{14} إلى 10^{15} جم/سم³ . وفى جدول ؛ ← أبعاد الحالة ، يمكننا رؤية التغيير فى الكثافة المتوسطة من نوع طيفى إلى آخر .

وعن كثافة الكواكب ، ← الكواكب . وعن كثافة الأجسام السماوية الأخرى قارن تحت أسمائها .

كثير المجرات

Hypergalaxis

ميتاجلاكسيس

الكلى

Kidānu (A)

هو الفلكى البابليونى الكلى (حوالى ٣٤٣ ق . م) . كان رئيسا للمدرسة الفلكية فى شيرا . إكتشف تبادل الإعتمادين ، ووصف بطريقة رياضية حركات كل من القمر والكواكب . وقد تم إطلاق إسم الكلى على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

الكوكبى

Grus, Gru (L)

Crane

Grue (sf)

Kranich (sm)

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى .

الكرة

sphere

sphère (sf)

Sphäre (sf)

تعنى فى الفلك تماما مثل ← الكرة السماوية .

العادية ذات الأحجام الكبيرة . وكتله المادة التي تمتص الضوء في الكريات تبلغ من ٠.٠٠١ ر. إلى ٠.١ ر. من كتلة الشمس . ويلاحظ أن جميع هذه القيم غير مؤكدة بعد . ومن الممكن أن تكون الكريات مراحل أولى لنشأة النجوم (اللوحه ٦) .

كسموبيلوجي

cosmobiology

cosmobiologie (sf)

Kosmobiologie (sf)

تماما مثل ← أستروبيلوجي .

الكسموجرام

cosmogram

cosmogram (sm)

Kosmogramm (sm)

المهوروسكوب .

الكسموجوني

cosmogony

cosmogonie (sf)

Kosmogonie (sf)

هو تعاليم نشأة الأجسام السماوية وغالبا ما ينتمى إلى ذلك أيضا تعاليم تطور هذه الأجسام . فعلى سبيل المثال ينتمى ← تطور النجوم ، إلى الكسموجوني . إلا أن تطور الكون ككل ينتمى إلى الكسمولوجي، وإن كان الكسمولوجي هو تعاليم حالة الكون . ولو أخذنا المعلومات المؤكدة عن الكون في الاعتبار فإننا نجد أن كونا ثابتا ، أى عديم التغيير ، لا وجود له ، وإنما يتواجد الكون في حالة إنكماش أو حالة تمدد . وبذلك فإن معظم النماذج الكونية ، أى النظريات ذات الافتراضات المحددة حول حالة الكون ككل ، تفترض إما إنكماشاً أو إتساعاً أى تأخذ في الاعتبار تغييرات كبيرة تكون بمثابة تطور على فترات طويلة على أن النموذج الكوني المختص يشرح مسار التغيير أى عملية التطور في الكون .

تحاول كل نظرية كسموجونية تفسير حالة الأجسام الكونية التي نشاهدتها الآن على أنها ناشئة من حالة سابقة ، والحالة السابقة يجب إختيارها بحيث تكون

على شريحة ورق تتحرك بانتظام . ويمكن قياس الزمن بالنسبة لعلامات الثواني . أما في الكرونوجرافات الحديثة فإن الأزمنة يتم طبعها مباشرة على شريحة ورق .

الكرونولوجي

chronology

chronologie (sf)

Chronologie (sf)

هو علم ← الزمن . وعلم الزمن الفلكي يتم بتحديد المقاييس والأعمار الفلكية وذلك بالإعتماد على الأرصاد . وإلى هذا ينتمى أيضا تاريخ الأحداث وما قبل التاريخ بناء على الأحداث الفلكية مثل مكان وزمان حدوث كسوف أو خسوف أو تقابل معين للكواكب . أما علم الزمن التكنيكي فيهم بأمور التقاوم وتطورها التاريخي .

الكرونومتر

chronometer

chronomètre (sm)

Chronometer (sm)

← الساعة .

الكريات

globules

globules (pm)

Globule (pf)

هي سحب مستديره صغيره ومعتمه ، أى أنها تجمع من غبار ما بين النجوم يمتص أشعتها . وتشاهد الكريات على شكل أقراص معتمه أمام السدم اللامعه في السماء . وعلى الرغم من صغر حجمها فإن الكريات تمتص الضوء بشده جدا ، الشيء الذي يدل على كثافة عاليه . تقدر أقطار الكريات الصغيره بحوالى ٠.٥ بارسك (حوالى ١٠٠٠٠ وحده فلكيه) ، كما يقدر إمتصاصها الكلى بمقدار ٥ أقدار وكثافة تراها بأكثر من ١٠-١١ جم/سم^٣ . هذا وتصل أقطار الكريات الكبيره إلى حوالى ٠.٥ بارسك ويبلغ إمتصاصها ١٥ قدرا وكثافة تراها ١٠×٥-١٢ جم/سم^٣ . وبذلك فإن كثافة الكريات أكثر من ١٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ مره عن مثيلاتها من السحب

المادة فيها على صورة بسيطة بقدر الإمكان وبالثالى معقوله فى شرحها . فعلى سبيل المثال يُفترض سديم غازى غير منتظم الشكل كمصدر لتطور المجموعات النجومية أو المجموعة الشمسية . وللمحافظة على الناحية العلمية للنظريات الكسوجونية وحتى لا تدخل فى مناهات ومضاريات فإننا نفترض أن الأجسام السماوية التى نشاهدها قد نشأت وتطورت حسب القوانين الطبيعية المعروفة .

ترداد صعوبة آية نظرية كسوجونية كلما كثرت الظواهر التى يجب تفسيرها والتى تنشأ معا من حالة بداية مشتركة . فعلى سبيل المثال نجد أن كسوجونى المجموعه الشمسيه أصعب بكثير من كسوجونى نجم بذاته أو حشد نجمى بمفرده . لهذا السبب فإننا نلجأ حاليا الى عمل نظريات لنشأة وتطور أجسام خاصة أو مجموعة أجسام مثل النجوم أو الحشود النجومية أو المجموعة الشمسية من مادة ما بين النجوم ؛ أى أننا لا نحاول تفسير نشأة كل الأجرام السماويه بواسطة نظرية واحده .

إن جميع النظريات الكسوجونية لاتزال غير مؤكده بل إنها تحمل طابع الافتراضات وهذا يأتى من أن المسائل الكسوجونية تعتبر من المشاكل الصعبه فى الفلك ولا يمكن معالجتها إلا بمعرفه تامه بالإس الفلكيه والطبيعيه . يضاف إلى ذلك أن عمليات نشأة الأجسام السماويه تسير ببطئ شديد ، بحيث لا يمكن متابعة تطورها مباشرة .

(I) إن نظرية نشأة النجوم على عكس ← تطور النجوم لاتزال حتى الآن غير مستكملة ، بحيث أنه لا يمكننا إستنتاج أى شئ عن تفاصيل ما يحدث . ولابد من محاولة البحث عن بعض العمليات التى يمكن أن تلعب دورا أثناء نشأة النجوم . من ذلك ما يُفترض الآن من أن النجوم نشأت من مادة مبعثره . ويتواجد كل من الغاز والنيابار المبعثرين حاليا ايضا كإداة بين نجميه فى الأذرع الحلزونية من مجموعه سكة التبانة

والمجموعات النجومية الحلزونية الأخرى . وما يتواجد فى هذه الأذرع من نجوم B.O الساخن واللامعه جدا والتى تنتمى إلى الجمهرة I ، لا يمكن أن تكون معمره جدا (← تحديد العمر) ولما كنا نشاهد هذه النجوم دائما مرتبطة فضائيا مع تجمعات المادة غير النجومية ، فإن ذلك يجعلنا نعتقد أن تلك النجوم قد نشأت من هذه المادة من وقت قصير نسبيا . بالاضافه إلى ذلك فلا بد من إفتراض أن عملية النشأة هذه لازالت سارية فى الأماكن الموجود بها مادة غير نجمية ؛ إذ بعد أن تصل الكثافة فى تجمع من مادة ما بين النجوم إلى درجة كافيه فإن الجاذبيه الذاتية تطغى على كل قوى الطرد المركزي وتسبب الإنكماش . ومن سحابة غير نجمية عاليه ، الكثافة كهذه ، التى تسمى فى هذه الحالة غير المستقره «نجم أولى» ينشأ بواسطة الإنكماش نجم جديد ويسير الإنكماش أولا بسرعة فائقة الكبر ، لأن الطاقة المتحرره نتيجة إنكماش النجم الأولى يتم إشعاعها إلى الخارج بدون عائق . وبعد أن تزداد الكثافة بدرجة كافيه يزداد إمتصاص مادة النجم للإشعاع الناشئ من داخله ، الشئ الذى يعمل على إبطاء الإنكماش وتقلو درجة الحرارة بدرجة كبيره بحيث تبدأ فى الأجزاء الداخليه للنجم ، تفاعلات نوويه ينتج عنها تحول الهيدروجين إلى هليوم (← إنتاج طاقة النجوم) ، (بتفصيل أكثر عن الظروف الطبيعىه أثناء الإنكماش وعن مسار النجم الأولى فى شكل هرتز سبرنج - راسل ← تطور النجوم) . أما إذا كانت كتلة النجم الأولى أقل من حوالى ٠.٧ إلى ٠.٩ من كتلة الشمس فإن درجة الحرارة التى يسببها الإنكماش لا تبلغ الدرجة الكافيه لإشعاع الإحتراق النووى . فى أثناء الإنكماش تقلو الكثافة لدرجة أن الغاز لا يصبح مثاليا أى أنه يجيد عن قوانين الغاز العاديه (← معادلات الحالة) . ومن هنا فإن درجة الحرارة تزداد فقط إلى حد أقصى ثم تقل ثانية أى أن النجم يبرد تدريجيا ثم يصبح ← قزم أسود .

لما كانت الكثافة العادية فى مادة السحب الغير نجمية لا تكفى لبداية الإنكماش فقد جرى البحث عن وسائل تؤدي إلى تكثيف كاف . إحدى هذه الوسائل ، التى يحتمل أن تؤدي إلى تكوين النجم الأولى تعتمد على التأثير المتبادل بين الموجود من النجوم وبين المادة النجمية . فيفعل الإشعاع النجمى الشديد يمتدد الغاز المتأين ويضغط بذلك المادة المجاورة الغير متأينة ، أى ذات درجة الحرارة المنخفضة ، وبالتالي الضغط الأقل . ومن ناحية أخرى فإنه توجد إمكانية لنشأة النجوم كنتيجة لتصادم سحبين كبيرتين من مادة ما بين النجوم . وقد إتضح أن درجة الحرارة فى المناطق القريبة من المركز فى السحابة الجديدة الناشئة من التصادم منخفضة جدا بدرجة تجعل ما تحويه هذه المناطق من كتلة كافيا لبدىء الإنكماش (انظر ← مادة ما بين النجوم ، الحركة) . ويسود الاعتقاد بأن النجوم تنشأ فى جماعات ، وليست منفصلة ، تحت الظروف السائدة فى الطريق اللبنى ، الشئ الذى تدل عليه الأرصاد الكثير لتجمعات نجوم O الحديثة . ومن الظاهر أن سحبا كبيرة مركبة تنكش أولا ثم تنفكك إلى نجوم أولية منفردة .

يُعتقد فى غالب الأحيان أن ← الكريات ، وهى سحب كروية صغيرة وداكنة ، تمثل مرحلة أولى لنشأة النجوم . ومن المحتمل أن تكون أيضا أجسام هريج هارو نجوما فى طور النشوء وقد ساد الاعتقاد فى الوقت الحديث باكتشاف منابع تحت حمراء ذات درجة حرارة منخفضة بصورة خاصة ، وهذه إما أن تكون فى حالة نجم أولى أو أنها توجد مباشرة بالقرب من نجم أولى .

قد تختلف نشأة النجوم القديمة جدا من الجبهة II فى كثير من تفاصيلها ؛ فبينما كانت هذه النجوم تتكون من الكتل الغازية الأولية لم يكن هناك على سبيل المثال نجوما كثيرة كما هو الآن يمكن أن تؤثر فى نشاطها . وعلى وجه الخصوص فإنه يُفترض أن المادة

المنتشرة كان لها فى هذا الوقت تركيب كىاوى مختلف عما عليه مادة ما بين النجوم الآن . إن الآراء الحالية حول ← نشأة العناصر الكىاوية تقرب من وجهة النظر بأن «السديم الأولى» ، الذى تكونت فيه النجوم الأولى فى مجموعة نجمية ، ما كان مكونا الهيدروجين مع ٢٠٪ هليوم . وتبعاً لذلك فإن إشعاع الطاقة المتحررة أثناء الإنكماش ، على سبيل المثال ، يختلف عما لو كانت المادة المنكشئة محتوية كذلك على عناصر ثقيلة وجسيمات غبار بين نجمى . أيضا فإن ما يحدث أثناء وبعد اصطدام سحبين غير نجميين من عمليات تبريد يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة فى الأجزاء الداخلية للسحابة الجديدة بدرجة كبيرة ، بحيث يمكن أن يؤدي ذلك إلى نشأة نجوم . وهذا التبريد أقل كفاءة فى حالة عدم تواجد عناصر ثقيلة أو تواجدها بكميات صغيرة . بذلك فإن هذه الوسيلة لنشأة النجوم كانت أقل كفاءة فى المرحلة المبكرة لمجرة سكة التبانة .

(II) كسوجونى المجموعات النجمية : كما

يتضح من الأرصاد فإن النجوم غير موزعة بانتظام فى الكون بل تكون حشود صغيرة أو كبيرة . يبلغ عدد النجوم فى أصغر هذه التجمعات من ١٠ إلى ١٠٠٠ فى الحشود المفتوحة ومن ١٠٠٠٠٠ إلى مليون نجم فى الحشود الكروية . بعد ذلك تأتى المجموعات النجمية بما فى كل منها من بليون إلى ١٠٠ بليون نجم . وهناك أيضا تجمعات المجرات مثل المجموعة المحلية التى تنتمى إليها مجرتنا . وهناك اعتقاد أيضا بوجود تجمعات من حشود المجرات . تحاول الكسوجونية الاضطرابية تفسير كيفية بناء هذه الحشود والمجموعات من سديم أولى كان موجودا قبل ذلك فى حركة اضطرابية . وتبعاً لهذه النظرية فإن السديم تكسر إلى عناصر اضطراب مع الزمن ، وتكسرت هذه بالتالى إلى عناصر أصغر .

وهناك نظرية أخرى تصف النظر عن الأسس الاضطرابية النظرية محاولة شرح كيفية إنقسام سحابة

وأكثر . يشترك في هذه العملية ما تبقى فقط من غاز أما ما تكون من حشود نجمية أو نجوم متفرقة فإنها تبقى إلى حد كبير في أماكن تكوينها . بهذا يمكن فهم توزيع الجمرات المختلفة في ← سكة التبانة وذلك بالعلاقة مع ← نشأة العناصر الكيماوية .

ويفترض الفلكى السوفيتى «أمبرتسوميان» على خلاف ما ذكرنا أن المجموعات النجمية الجديدة مصدرها عمليات شبيهة بالانفجارات في نوى المجموعات النجمية الموجودة فعلا . فإذا ما كانت المجموعة الأم غنية بالكتلة فإنه يمكنها عن طريق الانفجارات أن تبني حولها سلسلة من الجرات التتابع . ويحدد هذا الافتراض بعض التأييد من أرصاد النواة غير المستقرة في بعض المجموعات النجمية ..

(III) إن كسومجوى المجموعات الشمسية أصعب منه للنجوم القائمة بذاتها وذلك لأن المجموعة الشمسية تحتوى على عدد كبير من الأجسام المختلفة وهى الكواكب والكويكبات والأقمار والمذنبات والنيازك هذا علاوة على أن بعض الكواكب تكون مع أقمارها مجموعات فرعية ومن جهة أخرى فإن النظريات الكسومجوية الحالية للمجموعة الشمسية لها طابع إفتراضى إلى حد ما . وتتحد جميع هذه النظريات في تخصيص الحالية الأولى التى كانت عليها المجموعة الشمسية ولا تختارها عامة مثل نظرية نشأة النجوم . بذلك تتفادى هذه النظريات صعوبات كيفية تكوين الحالة الأولى للمجموعة الشمسية من السديم الغازى ذو الشكل غير المحدد .

يمكن تقسيم النظريات الكسومجوية للمجموعة الشمسية إلى مجموعتين ؛ تفترض الأولى منها أن الشمس والكواكب تكونا معا في نفس الوقت (مثال ذلك نظرية النيازك التى إفترضها كانت) ، بينما تذهب نظريات المجموعات الأخرى إلى أن الشمس وجدت أولا ثم تكونت منها بقية المجموعة أو تكونت هذه من مادة سحابة لها أصل كسومجوى مختلف .

كبيرة إلى أجزاء أصغر فأصغر . يرجع السبب في هذا الانقسام إلى أن أى سحابة غازية غير بعيدة عن حالة الإنكماش تحت تأثير جاذبيتها الذاتية وذلك إذا ظلت على نفس درجة الحرارة في جميع أجزائها . ولما كان الانكماش يحتفظ بدرجة حرارة ثابتة في جميع الأجزاء حتى تبلغ درجة الحرارة أكبر قليلا من 10^4 ك وذلك بعد تسخين مبدئى ، وهو ما يمكن تفسيره بخصائص الهيدروجين ، الذى يرجح أنه كان العنصر السائد في السديم الأولى ؛ (غاز الهيدروجين ردىء الإشعاع حتى درجة حرارة 10^4 ك) . ومعنى ذلك أن الطاقة الحرارية المنبعثة في بداية الإنكماش لا يُسمح بمرورها إلى خارج السحابة وإنما تحتزن في الكتلة الغازية حتى تصل درجة حرارتها إلى 10^4 ك . وبالإضافة البسيطة في درجة الحرارة عن ذلك يتأين الهيدروجين بدرجة كبيرة وتتغير الظروف كلية . فالهيدروجين المتأين له قدره جيدة على إشعاع الطاقة ، فيعمل بذلك كمثبت يعمل على إبقاء درجة حرارة الكتلة كلها عند 10^4 ك طالما أن الإنكماش ينتج القدر الكافى من الطاقة ، بحيث لا تقل درجة الحرارة عن هذه القيمة . وعندما تصل السحابة تحت درجة الحرارة الثابتة إلى إنكماش لا تستطيع أن تنكمش بعده ككل فإن من الممكن أن تنكمش أجزاء صغيرة منها ، لأن ذلك أجدى بالنسبة لإشعاع الطاقة . وهنا أيضا فإن الإنكماش يصل إلى حالة سكون ويستمر في أجزاء أصغر وأصغر . يستمر هذا الانقسام بينا السحابة الكلية لا زالت تحتل تقريبا نفس حجمها الأولى وذلك حتى تزداد كثافة أصغر جزء - حوالى كتلة نجم - إلى درجة لا تجعلها منفذة للإشعاع فيتسبب بذلك أى إنكماش آخرى تسخين المادة ، أى لا يُبقى الإنكماش على درجة حرارة ثابتة . وفى حالة ما إذا كان للسحابة الأصلية ، التى يتكون فيها الحشد أو تتكون فيها المجموعة النجمية ، دوران فإن سرعة هذا الدوران تزداد بالإنكماش وتكون النتيجة أن كتلة غازية كروية في بداية إنكماشها تأخذ في التفلطح أكثر

مراكز جاذبية في السحابة ، كما أصبح لكل الأفراد حركة دوران يمينيه ومن التكتفات المحلية تكونت مراكز جذب ثانويه تجمعت منها ككل الكواكب . ويقف ضد نظرية « كانت » صعوبة تفسير توزيع عزم الدوران على الشمس والكواكب حسب العمليات المذكوره . كذلك فإن تكثيف أجسام كبيره على أجسام صلبه صغيره صعب التوضيح ، لأنه بالإصطدام والإضطراب يحدث تكسير للجسيمات . علاوة على هذا فإن أجساما لها ككل هائله هي فقط التي يمكنها بفعل جاذبيتها إقتناص ما يقابلها من أجسام صغيرة .

أما نظرية الفرنسي لابلاس (١٧٩٦) والتي تسمى أيضا بنظرية السديم فتفترض أن الكواكب نشأت تباعا ، أثناء إنكماش سحابة بطيئه الدوران وتحت تأثير جاذبيتها . وحسب أحد القوانين الطبيعيه الذي يقضى بثبات عزم الدوران فقد أخذت سرعة الدوران في الإزدياد ، وأخذت الكتله في التفتلح إلى سديم قرصى هو الشمس الأولى . وعند المستوى الأستوائى لهذا القرص أمكن لقوى الطرد المركزي التغلب إلى حد ما على قوى الجاذبيه ، الشئ الذي أدى إلى انفصال ككل دارت كحلقة غازيه حول السديم القرصى . بعد ذلك إنكمشت مادة الحلقة وتكورت مكونه كوكبا . ومن خلال إنكماش أكثر للسديم القرصى تكررت نفس العمليه مرارا . وعلى ذلك فإن الكواكب الموجوده في المدارات الخارجيه هي أقدم الكواكب . ويمكن الاعتراض الأساسى ضد نظرية لابلاس فيما شوهده من التوزيع غير المتساوى لعزم الدوران في المجموعه الشمسيه ، لأنه يصعب تفسير كيفيه إنتقال الجزء الأكبر من عزم الدوران إلى الكتله الأقل . التي تمثلها الكواكب . (ولما كان كل من نظريتي كانت ولاپلاس يختلفان في الأساس فإنه من غير المعقول التحدث عن نظرية كانت - لابلاس) .

أما الفيزيائي فون فيراكر فقد واصل تفكيره حول

ويتمنى إلى النوع الأخير من النظريات نظرية السديم التي إفترضها لابلاس . وقد إتضح أن هذا النوع أقل قدره على تفسير الأرصاد عن النوع الأول .

إن على أى نظرية كسوجونية للمجموعه الشمسيه تفسير مايتأتى : (أ) تصنع الكواكب مدارات شبه دائريه حول الشمس ، تقع كلها تقريبا في نفس المستوى ، كما أن دوران الكواكب حول الشمس ودوران الشمس حول نفسها ودوران الأقمار حول كواكبها يحدث في إتجاه يمينى ، إلا في حالات نادره . (ب) معظم كتله المجموعه الشمسيه موجوده في الشمس ، إذ لا ينجس الكواكب والأجسام الأخرى غير $\frac{1}{1000}$ من كتله المجموعه ، وأن الكواكب الشبيهه بالأرض مثل عطارد والزهرة والأرض ، والمريخ ، والأقرب إلى الشمس عن شبيهات المشتري ، لها ككل أصغر ولكن كثافات أكبر من مثيلات المشتري (بلوتو له وضع خاص) . كما أن الكتله الكليه للأقمار والأجرام الأخرى في المجموعه الشمسيه صغير جدا بالنسبه للمجموعه . (ج) للشمس فقط $\frac{1}{1000}$ من عزم دوران المجموعه بينما الجزء الأساسى من عزم الدوران الكلى للمجموعه موجود في حركة الكواكب حول الشمس . (د) العلاقه الدوريه بين أبعاد الكواكب عن الشمس تلخصها سلسله تيتوس - بودا .

كانت نظرية النيازك التي جسدها الفيلسوف « أما نويل كانت » في إحدى أعالة المبكره عام ١٧٥٥ ، أول كسوجونى يرتكز على أساس علمى . وتبعا لهذه النظرية فإن الشمس والكواكب تكونتا عن طريق الإنكماش من سحابة هائله كانت أجزاؤها الصغيره (حسب الوصف الحالى نيازك) تتحرك بحريه . وكان توزيع السرعات مقدارا وإتجاها بدون نظام معين ، إلا أنه كان هناك عزم دوران كلى صغير ، بحيث أصبح لنواتج الإنكماش كذلك عزم دوران . ثم حدث الإنكماش بحيث تحولت طاقة الحركة للأجزاء الصغيره عند إصطدامها إلى طاقة حراريه . وأدى تقليل طاقة الحركة إلى تحول الأجزاء الساكنه إلى

لتلك النظرية فإن عنصرا كرويا يمثل السديم الأولي انفصل عن مادة ما بين النجوم ، التي تسود فيها حركة داخلية عشوائية . وكانت الكتلة في هذا العنصر أكبر من كتلة المجموعة الشمسية كلها . ويمكن بسهولة إيضاح أن هذه الكتلة ، كنتيجة للدوران وتأثير الجاذبية والإحتكاك الداخلى للغازات ، قد إنكمشت بسرعة عالية نسبيا إلى قرص عَدَسِي الشكل تمثل أجزاؤه القريبه من المركز الشمس الأولى .

وهذه الشمس الأولى كان لها ، في هذا الوقت ، نفس كتلة الشمس الحالية . وفي خلال الفترة الزمنية التي تحول فيها السديم الأولي إلى قرص ، تطاير جزء كبير من المادة الأولى في الفضاء وسادت حركات عشوائية في داخل القرص الرفيع الدوار الذي يبلغ سمكه ٠.٢ ر. وحدة فلكية ، بحيث تكونت تكثفات محلية أدت إليها وجود الموجات التي تجمعت المادة عند حدودها الفاصلة . كما أخذت التجمعات كذلك تدور في نفس إتجاه دوران القرص . وعند حجم معين أصبح إنكماش التجمع ممكنا تحت تأثير قوة جذبها الذاتية ، الشيء الذي أدى إلى كثافات عالية في القرص ؛ عند بُعد حوالى ١٠ وحدة فلكية من المركز بلغت الكثافة حوالى ٦٠ جم/سم^٣ . ويفسر سمك القرص - حوالى ٠.٢ ر. وحدة فلكية - السبب في كون مدارات جميع الكواكب الأولى ليست تماما وإنما بالتقريب في نفس المستوى . لقد تمكن «كبير» من إثبات علاقة بين كتل وإنصاف أقطار الكواكب الأولى وكذلك أبعادها عن الشمس . وبحقق هذه العلاقة شكل الكواكب الحالية ، مع مراعاة أن كتل الكواكب الأولى كانت ١٠٠ مره أكبر من كتلتها الحالية . ولما كانت الأبعاد عن الشمس تدخل في هذه العلاقة فإن ذلك يمكننا من تفسير سلسلة نيتوس - بودا . إلا أن ذلك يستلزم إيجاد وسيلة تكون قد أدت إلى فقد في كتلة الكواكب الأولى . لذلك إفترض «كبير» أنه في هذه المرحلة ، أى بعد أن تكونت الكواكب الأولى وصلت الشمس في

أن الشمس والكواكب قد نشأتا من نفس السديم الأولي وذلك في نظريته الإضطرابية (حوالى عام ١٩٤٤) . وتقضى هذه النظرية بأنه سادت في السديم القرص الدوار حركة إضطرابيه ، أى حالة تكون فيها مدارات الجسيمات على غير نظام تماما . وعلى أساس هذه العشوائية تكون نظام من الدوامات الموزعه بانتظام في المناطق المختلفه . وعند إلتقاء حدود هذه الدوامات حدثت إنكماشات نتج عنها تكوين الكواكب الأولى . وعلى ذلك فإن حجم منطقته الدائمة يحدد أحجام الكواكب وأبعادها عن الشمس . أما الاختلافات الحالية في كتلة وكثافة الكواكب فيتم تفسيرها بتأثير الإشعاع الجسيمى للشمس وضغط الإشعاع الشمسى .

إن أكثر فكرة سائدة الآن عن نشأة مجموعة الكواكب تنطلق من التفكير بأنه وإن كنا لم نشاهد حتى الآن مجموعات كوكبيه غير مجموعتنا ، إلا إنه توجد أعداد كثيره من النجوم المزدوجة والعديده . وفي النجوم المزدوجة يمكن أن تكون كتلة التابع أصغر من كتلة النجم الرئيسى بعشر أو مئات المرات . علاوة على ذلك فقد إنضخ من أرصاد النجوم المزدوجة أن المسافة بين النجمين قد تكون من ٠.١ إلى ١٠٠.٠٠٠ وحدة فلكية . وأن هناك فة عند مسافة ٢٠ وحدة فلكية وهى مسافة تقارن بالمسافة المتوسطة للكواكب الكبيره . ويتخذ هذا على أنه دليل على تطور النجوم المزدوجة ونظام الكواكب من نفس الحالة الأولى . ولما كانت النجوم المزدوجة أجسام كونه شائعه فإننا نستنتج من ذلك شيوع وجود مجموعات كوكبيه لنجوم ثوابت أخرى . وعلى أساس هذا الإفتراض قدر أن حوالى ٠.١٪ إلى ١.٠٪ من مجموع نجوم الطريق اللبنى ، أى حوالى من ١٠ إلى ١٠٠ مليون نجم لها مجموعات كوكبيه .

وتعد أحسن نظرية حاليا ما طوره الأمريكى «كبير» عن كسومجونه المجموعة الكوكبيه . وتبعها

المجموعة ، وتنشأ هذه المذنبات مثل الكواكب من خلال تكتففات المادة السديمية . أما الكويكبات فيرجع أصلها على التقيض من ذلك إلى المنطقة بين المريخ والمشتري ، التي تسود فيها كثافة سديمية بسيطة ويعمل جوار الكواكب الكبيره على منع تكوين أجسام سماويه كبيره .

ولابد من التأكيد بأن نظرية «كبير» لم يكمل حسابها تماما بأى حال من الأحوال ، إذ يوجد بها كثير من الافتراضات التي تعوذا الأدلة . ويذهب غالبية الباحثين إلى أن الكواكب الأولى لم تنشأ على أساس الحركة العشوائية في داخل ما أحاط بالشمس الأولى من قرص غازي ، وإنما ينطلق هذا الفريق من أن درجة الحرارة في الغاز كانت منخفضة نسبيا بسبب انخفاض درجة الحرارة عند سطح الشمس الأولى . وعلى ذلك فقد أمكن تكوين جسيمات صلبة من العناصر الثقيله وبواسطة الاصطدامات البطيئه بين هذه الجسيمات فإنها تراكمت على بعضها مكونة بلوكات نمت بعد ذلك إلى كواكب .

أما فكرة الفلكي السوفيتي «فيزنكوف» فإنها تكمل تفسير «لابلاس» ، حيث أنها تفترض أن الكواكب تكونت عند المستوى الإستوائى للشمس الأولى والتي كانت كتلتها أكبر مما هي عليه الآن بجوالى عشر مرات وذلك بفعل عدم الاستقرار في الدوران . وتقدر الأجزاء التي انفصلت بجوالى ٢٠٪ من كتلة الشمس تطاير الجزء الأكبر منه في الفضاء وتكونت الكواكب من الجزء الآخر . كما أن الشمس ، إفتقدت الجزء الأكبر من كتلتها خلال الإشعاع الجسيمي وهو ما يؤدي في نفس الوقت إلى تقليل عزم دوران الشمس ، لأن الجسيمات تأخذ منها بعض هذا العزم . وعلى الرغم من أن نظرية «فيزنكوف» مكتنتا من تفسير بعض الحقائق المرصوده إلا أن أسئلة أخرى تبقى مفتوحة .

توجد أيضا نظريات كسوجونية تعزى نشأة

إنكماشها إلى حالة تعادل شبيهه بحالتها الحالية ومنها أصبحت الشمس تشع قدرا كافيا من الطاقة ، بحيث أصبح تأين المادة بين الكواكب ممكنا ، ثم أدى التأين إلى تمدد تلك المادة ، حتى أصبح الفضاء بين الكواكب الأولى مكسحا . علاوة على ذلك فإنه من الممكن نتيجة للتأين حدوث تقليل لعزم دوران الشمس ؛ فدارت الشمس بسرعه ما ودار معها مجالها المغناطيسى بينما تدور الأجزاء المتأنيه من القرص تبعا لقانون كبلر الثالث وتبقى خلف خطوط قوى المجال المغناطيسى للشمس . وبسبب التأثير المتبادل بين المجال المغناطيسى والجسيمات المشحونه ، حاول المجال المغناطيسى أن يحرف معه الجسيمات ، الشئ الذى ينتج عنه إقلال دائم في سرعه دوران المجال المغناطيسى ومعه الشمس نفسها . وفي حالة الكواكب الأولى فإن ضغط الإشعاع والإشعاع الجسيمي يؤثران في جرف العناصر الخفيفه من الحالة الغازيه وتتأثر بذلك أكثر الأجزاء القريبه من الشمس عن الأجزاء البعيده عنها . وعليه فإن الكواكب القريبه من الشمس فقدت كله أكبر وصارت كثافتها أكبر نسبيا ؛ حيث فقدت كثيرا من العناصر الخفيفه . ويمكن حساب ما فقد من كتل من الشمس والكواكب إذا إفترضنا التكوين الكيماوى المتأثل في المراحل الأولى . وعلى ذلك فإن الكواكب القريبه من الأرض كانت أكبر مما هي عليه الآن بجوالى مائه مره بينما الكواكب الأخرى كانت أكبر بجوالى ١٠ مرات . وهذا ينطبق جيدا مع القيم الناتجه من العلاقه بين المسافات .

أما أجواء الكواكب الأولى فقد تكونت أثناء فقدان الكتله منها على أساس الدوران في السحابه الغازيه القرصيه ، التي حدث فيها عدم إستقرار أدى إلى نشأة الأقمار . ويمكن أن تكون بعض الكواكب قد فقدت أقمارها ، مثل ما يُعتقد بأن بلوتو هو أحد أقمار نبتون . ويعتقد أن المذنبات تتكون في المناطق الخارجيه من المجموعه الشمسيه ثم تجرفها الاضطرابات الناشئه عن كتلة الكواكب الكبيره إلى داخل

دراسات الكسولوجى وكذلك إلى أن القرار الصعب عما إذا كانت النماذج الموضوعه للكون تحقق تفسيراً له ككل لا يتأتى إلا بمعرفة تامه بالكون ذاته ومن ناحية أخرى فالمسائل الكسولوجيه صعبه أيضاً نظراً لأن معلوماتنا عن الأجسام السماويه المختلفه لاتزال غير مؤكده بالدرجة التى نجعلنا نضع لها فروضا وتوقعات بدون دليل أكيد من الأرصاد وعلى صحتها. ويُفترض فى جميع المسائل الكسولوجيه أن القوانين الطبيعیه تنطبق فى جميع أنحاء الكون أى غير متغيره مع المكان والزمان. وهذا لا يلغى وجود قوانين طبيعیه غير معروفه ولكن ما نحصل عليه نظرياً لابد أن يتفق مع الإطار القانونى الطبيعى.

الحقائق المرصوده : ترجع الحقائق المرصوده فى الكسولوجى إلى ظروف حركة الماده فى الكون وكذلك إلى كثافة الإشعاع فيه. وتتطلب دراسة توزيع الماده فى الكون الحالى الإكتفاء بالتجمعات الكبيره ، أى بالمجموعات النجوميه وتوزيعها فى الفضاء. أما الأجسام الأخرى مثل الحشود النجميه والنجوم المنفرده والكواكب والسحب البين نجميه فهى على النقيض من ذلك - من وجهة النظر الكسولوجيه - صغيره لدرجة أنها فى المناقشات الكسولوجيه لا تظهر كأجسام مستقله ، ولكن فى مجموعتها التى تكون فيها وحدات كبيره مثل المجموعات النجوميه. وفى هذا فإن الطريق اللبى هو أحد المجموعات النجوميه الكثيره. ويتطلب تحديد التوزيع الفضائى للمجموعات النجوميه دراسة توزيعها الظاهرى على الكره السماويه. ومن أجل ذلك يتم تحديد عدد المجموعات فى كل وحده مساحة وذلك بالنسبه للمعانها الظاهرى. ولو إفترضنا مسبقاً أن جميع المجموعات النجوميه لها لمعان حقيقى متساو فإنه يمكننا بمعلومية اللمعان الظاهرى إستخراج أبعاد المجموعات النجوميه (← اللمعان) وبالتالي إستنتاج كثافتها فى الفضاء بمعونه العدد الموجود منها فى وحده المساحة. ويمكن اعتبار درجة زيادة عدد المجموعات

مجموعة الكواكب إلى طامات كونيّه. من هذه النظريات على سبيل المثال ، نظرية الفلكى الانجلىزى « جيتز » (١٨٧٧ - ١٩٤٦). وتبعاً لإفتراضاته فإنه عند مرور نجم بالقرب من الشمس خرج منها لسان مادى بفعل الجزر أصبح كقنطره بين النجمين. وبينما النجم الآخر يبتعد عن الشمس ، إنقسم اللسان المادى ومنه تكونت بالإنكماش الكواكب والأقمار. إلا أنه يمكن توضيح أنه بسبب درجة الحراره العاليه التى كانت عليها الماده المنفصله من الشمس فإن هذه الماده تتطاير فى الفضاء قبل أن يحدث أى إنكماش تحت تأثير الجاذبيه الذاتيه. إن نشأة المجموعه الكوكبيه تبعاً لفكره «جيتز» غير محتمل ؛ لأن المرور القريب لنجم أمام آخر نادر الحدوث جداً فى الطريق اللبى. أحياناً تفسر نشأة القمر على أنه نتيجة طامه حدثت ، وإنسلخ فيها القمر من الأرض. وهذه العمليه يصعب شرحها ميكانيكياً وغير محتمله الحدوث فى نفس الوقت.

الكسولوجى

cosmology

cosmologie (sf)

Kosmologie (sf)

هو تعاليم حالة الكون ككل. ويعالج الكسولوجى أيضاً ، وعلى وجه العموم ، تطور الكون ككل ؛ تتطلب كثير من نماذج الكون ، التى تحتوى على نظريات عن حالة الكون ككل ، إما إنكماش أو تمدد ، أى تغيير فى حجم الكون يمكن إعتباره تطور طويل الزمن للكون كله. أما دراسة نشأة وبعض تطور ما فى الكون من أجسام سماويه بذاتها فهذا من مهام ← الكسولوجى.

تعد المسائل الكسولوجيه من أصعب الأمور فى علم الفلك كله ، وترجع صعوبتها من ناحية أن جميع المعرفة الفلكيه النظرية والأفكار عن حالة تطور الأجسام السماويه وخصوصاً المجموعات النجوميه بما فيها من نجوم وماده بين نجميه تدخل جميعها فى

الوراء ، حيث أن ما نستقبله اليوم من ضوء مجموعة نجمية يحمل معه الأراحة الخطية المنطبعة التي كانت تمثل السرعة الخطية للمجموعة عند إنبعاث هذا الضوء . ولو كانت سرعة التمدد في هذا الوقت غيرها في وقت المشاهدة فإن السرعة المقاسة لابد أن تختلف عن السرعة التي نحصل عليها لهذه المجموعات بالاستنتاج من سرعات المجموعات النجمية القريبة منا . إلا أن الدقة التي وصلنا إليها لاتزال صغيرة لدرجة يصعب معها التقرير بثبوت أو تغيير سرعة التمدد مع الزمن بمعونة ما لدينا حالياً من مساعدات فلكية .

مثال : إذا افترضنا أن السرعة العامة للتمدد حالياً هي بالقيمة التي تزداد معها السرعة الخطية للمجموعة النجمية بحوالى ١٠٠ كم/ث لكل زيادة في المسافة قدرها مليون بارسك ، فإننا نتوقع أن تناظر السرعة الخطية لمجموعة نجمية تبعد عن الطريق اللبنى بمقدار بليون بارسك = ٣٢٦ بليون سنة ضوئية في الطيف حوالى ١٠٠ ٠٠٠ كم/ث . ولو أن نصف هذه القيمة هو سرعة التمدد قبل ٣٢٦ بليون سنة لكان من الممكن أن نقيس في طيف المجموعة النجمية تحت الفحص - التي أرسلت ضوءها الذي نستقبله الآن منذ ٣٢٦ بليون سنة - إزاحة خطية مناظره لسرعة خطية قدرها ٥٠٠٠٠ كم/ث .

في بعض الأحيان يتم تعليل ظاهرة « هبل » على أنها ناشئة بفعل فقدان طاقة الكم الضوئي أثناء عبوره الطويل من المجموعات النجمية إلى المشاهد ، أى على أنه شيخوخة تصيب الضوء ، إلا أنه لا توجد حقائق فيزيائية تؤيد ذلك حتى الآن . ولو افترضنا وجود تلك الظاهرة فإنه سيكون من الصعب بمكان الفصل بين الجزء من الإزاحة الحمراء الحادث بسبب الشيخوخة وبين الجزء الحقيقي الناشئ من ظاهرة دوبلر التي تبدو مؤكدة من خلال أرصاد أخرى .

بدأت معرفتنا لبعض الشئ المؤكد عن كثافة الإشعاع الذي يملأ الكون فقط منذ عام ١٩٦٥ .

النجمية في وحدة المساحة مع نقص اللمعان الظاهري إحدى خصائص الأفكار النظرية عن بناء الكون ، ولو أن الأرصاد لاتزال غير مؤكدة لدرجة يصعب معها إتخاذ قرار معين بين البدائل النظرية المختلفة . كما أنه لا يمكن القول بما إذا كان توزيع المجموعات النجمية الذي يفترض إنتظامه عموماً هو بالفعل كذلك ، إذ أن إفتراضات بناء الكون تدخل في إستنتاج الكثافة على الأبعاد الكبيرة .

تبلغ الكثافة المتوسطة في الكون من ٢ إلى 10^{-31} جم/سم^٣ ، ونحصل عليها من توزيع كتلة المجموعات النجمية الموجودة في المناطق القريبة منا ، أى المجموعة المحلية ، على الحجم الذى تشغله تلك المجموعة . وهذه القيمة مشكوك فيها بدرجة كبيرة لأن كتل المجموعات النجمية وأبعادها غير معروفين بتأكيد كبير . يضاف إلى ذلك أن معرفتنا بكثافة مادة ما بين المجرات ترجع إلى تقديرات تقريبية هي الأخرى غير مؤكدة .

ولابد من إستخراج علاقات الحركة من السرعات الخطية التي تؤدي إلى إزاحة في الخطوط الطيفية ، إذ أن الحركة الذاتية للمجموعات النجمية لا يمكن قياسها بسبب المسافات البعيدة . ويتضح من الأرصاد أنه كلما زاد بعد المجموعة النجمية عن سكة التبانة كلما إرتفعت قيمة إزاحة الخطوط الطيفية ناحية النهاية الحمراء للطيف ، الشئ الذى يُعرف « بظاهرة هبل » . ولوفرنا هذه الإزاحة على أنها راجعة لظاهرة دوبلر ، أى أنها راجعة إلى إبتعاد المجموعة النجمية عن المشاهد فإنه ينتج من ذلك حركة هروب عامة للمجموعات النجمية تزداد مع إزدياد المسافة . ويتم تعليل هذه الأرصاد بتمدد عام للجزء من الكون الذى نراه بمناظيرنا الفلكية . ومسألة ثبوت أو تغيير سرعة التمدد مع الزمن ذات أهمية بالغة . وتمثل الأرصاد أساساً لإتخاذ آية قرارات في هذا الشأن ، إذ أن أى نظرة في الكون تمثل نظرة في الزمن إلى

ذلك على توزيع الكثافة الهام في الكون . كما يمكن التغاضى عن التركيب الذرى والجزيئى . وكذلك عن التآرجحات في الكثافة أثناء دراسة الكتل الغازية في الحالة التى نهتم فيها فقط بالتوزيع في الفراغ الكونى الكبير .) يطلق على هذا الافتراض الإضافى عموما إفتراض التجانس أو إفتراض العالميه . ويقضى إفتراض التجانس بأنه لا يوجد راصد مميز عن غيره في الكون وأنه لا يمكن بآية وسيلة للرصد تحديد مركز للكون . بالاضافة إلى ذلك يفترض أيضا أن القوانين الطبيعىة التى تم إكتشافها لها طابع السيادة على كل أنحاء الكون في الزمان والمكان .

إن النظريات الكسولوجيه الحديثه تتركز بدرجه كبيره على ← نظرية النسبية لآينشتين (١٨٧٩- ١٩٥٥) . ويرجع السبب في ذلك إلى أن هذه النظرية تمثل الإرتباط بين الجاذبية وشكل الكون . وفى هذا الشأن فإننا لا نصرف النظر عن المادة الموجودة وإنما نأخذ في الإعتبار ظروف المادة وشكل اللون معا .

ليس الفضاء في الكسولوجى النسبى إقليديا (فالإقليدية تنطبق على التفكير في الحيز العادى) . بذلك فإن أى فراغ كروى متناهى الحجم ، وعليه فإن كتلة الأجسام المنتشرة فيه متناهية كذلك . وعلى الرغم من كون الفضاء متناهى إلا أنه غير محدود ، حيث أن تركيبه غير واضح على خلاف ما ينطبق في حالة التركيب الإقليدى التقريبى حول نقطة . إن هذا لا يعنى على الإطلاق دلائل ضد التركيب الإقليدى كما أن عدم إدراك الجسيمات الأولية في الفيزياء لا يمس المعرفة الفيزيائية . والفضاء ثنائى الإحداثيات المناظر للفضاء الكروى هو سطح الكره التى يمكن إعطاء مساحة سطحها بالاستيعام المربع ، أى أنها مقفولة ولكن لا توجد عليها حدود . والفعل وعدم التحديد يمكن إثباته بالدوران المنتظم ، حيث تصل نقطة ما بعد زمن متناهى إلى نفس نقطة الإنطلاق بدون أن

ويتضح من الأرصاد الراديويه الفلكيه أن شدة هذا الإشعاع وكذلك تركيبه الطبقي ينطبق تماما مع جسم أسود مشع درجة حرارته ٣ ك ، وذلك بالحد الذى تسمح به دقة الأرصاد . والدليل على أن مصدر إشعاع الثلاث درجات موجود في أعماق الكون وليس بآية درجة ناشئ عن المصادر المنعزله القريبه منا هو إستقبالنا لهذا الإشعاع من جميع الإتجاهات . أى أن هذا الإشعاع - في حدود الدقة الممكنة - متماثل (متساو في جميع الإتجاهات) .

نماذج الكون : في كل نظرية عن الكون ككل تدخل إفتراضات محدده وبسيطة بقدر المستطاع ومتوافقه مع القوانين الطبيعىة الأساسيه المعروفة . وحسب نوع الفروض تنتج نماذج كونيه مختلفه ، أى نظريات عن حالة الكون الحالية عن تغير تلك الحالة ، مع ملاحظة أنه ليس من المقطوع به أن تكون تلك النماذج مماثله للحقيقه تماما . وعن طريق المقارنه بالأرصاد يمكننا تقرير ما إذا كانت النماذج تناظر الحقيقه تماما .

تشارك جميع النظريات الكسولوجيه في إفتراض تعميم نتائج أرصادنا في الجزء المرئى من الكون على الكون كله . لهذا نعتبر أننا نشاهد جزءا كبيرا من الكون يعد بمثابة ممثل للكون كله . كما نفترض كذلك أن الكون متجانس ومتماثل ، أى أنه لا توجد منطقة من الكون تمتاز على غيرها وكذلك لا نميز إتجاه على غيره . بحيث أن أى راصد ثابت بالنسبه لما حوله من مادة يرى الكون من جميع الإتجاهات بنفس النظره أى يرى من كل نقطه نفس توزيع الكثافة وظروف الحركه . (لا يتأثر إفتراض تشابه توزيع المادة في الكون بوجود تجمعات المادة في المجموعه النجومية وذلك بسبب صغر حجم المجموعه النجومية بالنسبه للحجم الكبير المأخوذ في الإعتبار . يمكن إعتبار المادة المتجمعة في المجموعات النجومية موزعة بانتظام في الفضاء الذى تحتله هذه المجموعات بدون أن يؤثر

ترك السطح . وكمثل الطريقة التي يتم بها تحديد نصف قطر للسطح الكروي فإنه يمكن أيضا بالنسبة للفضاء الكروي تحديد نصف القطر . ويعنى التغير الزمني في نصف القطر إما تمدد أو انكماش الفراغ المنحني ثنائي أو ثلاثى الإحداثيات . في هذا الشأن لا تتحرك المادة في فضاء إقليدى ثلاثى الإحداثيات وغير متناهي بل أن الفضاء يختلف عن ذلك . وكما يحدد مشاهد تمدها على سطح كرتي - كل النقط تبعد عنه في إتجاه نصف القطر تماما وتناسب سرعة التمدد مع المسافة المقاسه على سطح الكره - يمكن أن يفعل مشاهد نفس الشئ أيضا في فضاء كروي منحني وثلاثى الإحداثيات . كذلك فإنه يمكن أيضا تحديد انحناء الفضاء . فالفضاء الكروي المنظور - أى السطح المرئى على سطح الكره - يزداد بصورة أبطأ عما في حالة الفضاء الإقليدى - وعلى الكره أبطأ منه في المستوى . وبجانب الفضاء الكروي المنحني يلعب الفضاء الزائدى المنحني (على قطع زائد) دورا في الكسولوجى النسبى ، وهو على النقيض من الفضاء الكروي ليس مقفولا وإنما مفتوح (بالحركة الدائمة المستقيمة لا تصل إلى نقطة الانطلاق)

وانطلاقا من أفكار أينشتين من أن الجاذبية الناشئة مما في الكون من مادة ، تؤثر في قوانين حركة وتركيب هذا الكون ، إستنتج الرياض السوفيتى «فريد مان» (١٨٨٨ - ١٩٢٥) أن هناك تعارض بين الكون الإستاتيكي غير المتغير وبين أسس الفيزياء . مثل هذا الكون الإستاتيكي لن يكون له تطور - على النقيض من كل الأجسام التي فيه - أى أنه لن يكون له تاريخ . أما النموذج الذى وضعه «فريدمان» ليكون فيفتىص أن أبعاد الكون تعتمد على الزمن ، وهذا الكون يخضع للتطور كأي جسم فيه . وسنحسب المعادلات الرياضيه لأساسه . يجب أن يمدد وانكماش للكون ، فعلى سبيل المثال . من الممكن أن يكون هناك تمدد أولا ثم انعكس بعد وقت محدود إلى إنكماش يؤدي إلى تجمع الكون أو يخذ لاتساع في

البطئ تدريجيا حتى يصل الكون إلى حالة ثابتة بعد زمن لا نهائى : أو أن يكون الكون قد إنكمش من اللانهاية إلى أصغر حجم له ثم أخذ بعد ذلك في التمدد . إلا أن المعادلات الرياضيه تترك تركيب الفضاء الكونى غير محدد . ويمكن أن يكون هذا الفراغ كرويا أو إقليديا أو زائديا ، والفصل في ذلك بين النماذج الكونية ، لإختبار أصدقها لوصف حالة الكون ، لا يمكن أن يقطع به إلا الأرصاد . (تعطى المعلومات الرياضيه فقط العلاقة بين أبعاد الكون الحالى ككل مثل متوسط الكثافة المادية وبين سرعات كل من الإنكماش أو التمدد وكذلك تركيب الفضاء) . وتمثل سرعة التمدد إحدى هذه الحقائق المرصوده الذى إكتشفها «هبل» للمجموعات النجوميه الخارجيه . وهذه الحقيقه توضح أننا نعيش في عالم يتمدد .

إننا إذا ما تابعنا الإتجاه العكسى لتمد الكون فسوف نصل إلى النتيجة الضرورية وهي أن الكون كان مقصورا على حيز صغير منذ حوالى ١٠ إلى ١٥ بليون سنه . وفي هذا الحيز كانت كثافة المادة عاليه جدا . ولورجعنا إلى الوراء أكثر من ذلك فإننا نصل إلى زمن كانت فيه الكثافة لا نهائيه في كبرها . يُرمز لهذه النقطه الزمنيه بالأحاديه الكونيه (وكذلك الدوى الأول أو الفرقة الأولى) كما يرمز للزمن المنقضى منذ ذلك الوقت بعمر الكون . أما ما حدث قبل هذا التاريخ وما كان يدور في أثناءها فلم نصل إلى إجابات عليه حتى الآن ، لأن القوانين الطبيعيه المعروفة بالنسبه لنا لا تكفى بأى حال من الأحوال إلى فهم خصائص المادة في مثل هذه الظروف الفريده ، على سبيل المثال بالقرب من نقطه الأحاديه الكونيه . لهذا فإن الرجوع بتاريخ الكون إلى هذه النقطه وما قبلها لا معنى له .

نضج من حساب نماذج النسبيه للكون . لنرى كيف تصفه بالتمدد أنه عند نقطه الأحاديه الكونيه لم يكن الكثاء فقط عاليه جدا وإنما كذلك كانت سرعة الحرارة باصافه إلى هذا فإن تمدد الحقبه الزمنيه

أفضل وإن كانت تلك النظريات أكثر صعوبة من الناحية الرياضية .

بجانب النماذج النسبية التي تعطي تطوراً زمنياً للكون فإن نظرية الحالة الثابتة قد حازت على أهمية خاصة . في هذه النظرية يضاف إلى فرض المتأصل أن الكون يبقى دائماً في حالة غير متغيرة على الرغم من العدد . وحتى تظل الكثافة ثابتة لابد أن تنشأ مادة جديدة ، الشيء الذي لم يتمكن العلم من الربط بينه وبين قوانين الفيزياء الذرية والنوية . ومن ناحية الأرصاد فإن التدليل على التطور الجديد للمادة غير ممكن ، لأن العدد يحدث ببطء شديد يجعل نشأة ذرة هيدروجين في داخل معمل أرضي غير محتمل على الإطلاق . وقد فقدت نظرية الكون الثابت قدرتها على شرح الكون الحالي بعد إكتشاف إشعاع الثلاث درجات .

عرض تاريخي : إقتصرت التفكير في الكون في العصور القديمة والعصور الوسطى على التوقعات الفلسفية وذلك بدون أدلة طبيعية لصالح أو ضد تخيلات معينة . وترجع أقدم فكره عن أن الكون ممتد في اللانهاية ويمتلئ بالنجوم إلى الفيلسوف اليوناني «ديموكريت (٤٦٠ إلى ٣٧١ ق . م) . ثم أعطى الفلكي الإنجليزي «هالي (١٦٥٦ - ١٧٤٢) أساساً لذلك ، حيث إعتقد أنه فقط في حالة إمتداد المادة إلى اللانهاية في الكون تكون هذه المادة في حالة توازن . وكدليل مضاد قيل بأنه في حالة التوزيع المتأصل للنجوم وكذلك للمادة في الكون فإن السماء تكون مضيئة كضوء الشمس نظراً لوجود نجوم حول الأرض في جميع الاتجاهات . وعلى الرغم من هذا وكى تستقيم فكرة الكون غير المتناهي والممتلئ بالنجوم فقد أدخل «أولبرز» في عام ١٨٢٦ الدليل المضاد عن طريق إمتصاص الضوء ، وبذلك أصبح سقوط التحفظ الذي يقضى بإضاءة السماء كمثل ضوء الشمس ضرورياً . ثم أوضح كل من «نوي مان»

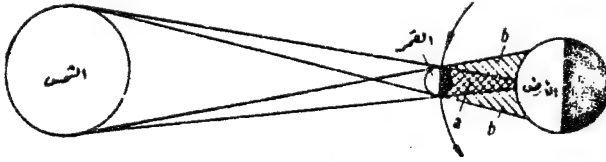
كانت تتميز بوجود إشعاع غزير ذو طاقة عالية . تحت هذه الظروف أمكن حدوث تفاعلات نووية ، أدت إلى بناء بعض العناصر الثقيلة وعلى وجه الخصوص الهليوم من الهيدروجين الموجود ← (نشأة العناصر) . إستمرت هذه الحالة لفترة قصيرة . فخلال العدد إنخفضت كثافة كل من المادة والإشعاع بسرعه . ويلاحظ أن هناك إختلافاً مميزاً ، إذ بينما تقل الكثافة في تناسب عكسي مع الحجم المتزايد (مضاعفة الحجم تؤدي إلى تصفيف الكثافة) ، فإن كثافة الإشعاع أخذت في التناقص بدرجة أسرع ، وفي هذا المجال لا يتناقص فقط عدد الفوتونات الضوئية حاملة الطاقة بل تناقص كذلك طاقة كل فوتون وتزداد باستمرار طول موجته ، أما العدد الكلي للفوتونات في الكون فيبقى ، من الوجهة العملية ، بدون تغيير . كذلك يظل توزيع الفوتونات الضوئية حسب طاقتها دائماً مثل ما يعطيه قانون بلانك ، أى أن ، الإشعاع الموجود في الكون منذ الفرقعة الأولى يُمثل إشعاع جسم رمادي .

حقق إشعاع الثلاث درجات ، الذي أكتشف في عام ١٩٦٥ الشروط النظرية حسب النماذج النسبية للكون : وهذا الإشعاع رمادياً ويناظر درجة حراره منخفضه جداً (تقريباً ٣ ك) وهو أيضاً متأصل ، أى ليس له اتجاه مميز . بإكتشاف هذا الإشعاع من الحالة المبكرة لكوننا التمدد أصبحت هذه المرحلة من تاريخه ممكنه الرصد .

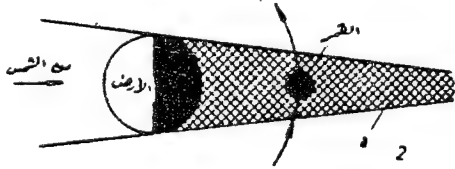
ولا يمكن حتى الآن قول أى شيء عما إذا كنا نعيش في كون مغلق أى محدود أو مفتوح أى لا نهائى ، وذلك لأن دقة الأرصاد لا تكفى وخصوصاً بالنسبة للكثافة المتوسطة ، كما ينطبق نفس الشيء بالنسبة للتغير الزمنى المحتمل في سرعة العدد .

على عكس النماذج الكونية التي تفترض توزيعاً متأصلاً للمادة فإن النماذج التي تفترض تأرجحات في الكثافة ، تستطيع شرح توزيع المادة في الكون بطريقة

الشمس فيحجبها لفترة زمنية قصيرة . ويقتضى حدوث ذلك تحقيق شرطين . فيجب أولاً أن يكون للجرمين طول بروجي واحد ، أى لابد أن يكون القمر في طور الهلال الوليد . وحتى لا يحدث ، كما هو الحال في غالب الأحيان ، أن يمر القمر فوق أو تحت قرص الشمس ، يلزم أن يكون القمر في هذا الوقت قريباً من مستوى مدار الأرض أى له عرض بروجي بسيط بقدر الإمكان ؛ أى يكون قريباً من إحدى عقدتي مداره .



١ كسوف الشمس .



٢ خسوف القمر ومستوى الرسم يمثل مستوى دائرة البروج وتدل α على محروط الظل التام ، b على منطقة شبه الظل .

إن العلاقات التي سوف يجرى وصفها فيما يلي سوف تصبح أكثر وضوحاً إذا تصورنا أنفسنا في مكان راصد خارج الأرض يتبع مسقط ظل القمر . وفي الشكل نميز نواة ظل القمر ، وهي الجزء الذي لا يصل إليه شعاع الشمس من أى مكان . وفي هذا الحيز المحروط فإننا لا نرى الشمس . ويحيط بهذه المنطقة حيز نصف (شبه الظل) الذي يدخله ضوء الشمس جزئياً . والراصد في منطقة نصف الظل يرى الشمس جزئياً الكسوف . وترى الشمس كما يرى القمر بنفس الحجم تقريباً من الأرض نتيجة حجم كل منهما وبعده عنا (تبلغ الشمس ٤٠٠ مرة أكبر و ٣٩٠ مرة أبعد من القمر) . ويتبع عن ذلك أن يصل

(١٨٩٦) و«فون سيليجر» (١٨٩٥) أنه تنتج صعوبات من اعتبار الكون لا نهائى وملئ بالنجوم ويخضع لقانون «نيوتن» للجاذبية ، وذلك لأن القوى التي تؤثر على كل نقطة تكون في هذه الحالة غير محددة تماماً . لقد كان لأفكار «دى سيتر» (١٨٧٨ - ١٩٣٤) ، التي تركز على نموذج كوني غير نسبي أهمية خاصة في الكسومولوجي الحديث . ولإختبار أفكار «دى سيتر» النظرية وكذلك نموذجها عن الكون الذي يتطلب تمعدداً - فقد جرى البحث ، حول ما إذا كانت توجد قرائن على التعداد مستمدة من المجموعات النجمية الخارجية . وقد أدت هذه الأبحاث إلى إكتشاف ← ظاهره «هبل» (١٩٢٩) .

الكسوف

eclipse

éclipse (sf)

Bedeckung (sf)

هو إختفاء لجرم سماوى نتيجة مرور جرم سماوى آخر أمامه على طول خط البصر الذي يصل بين المشاهد والجسم السماوى الأول . مثال ذلك كسوف نجم بواسطة القمر (إستتار النجوم) أو بواسطة نجم مزدوج أى كسوف نجم خلال آخر (← المتغيرات الكسوفية) .

الكسوف والخسوف

eclipse

éclipse (sf)

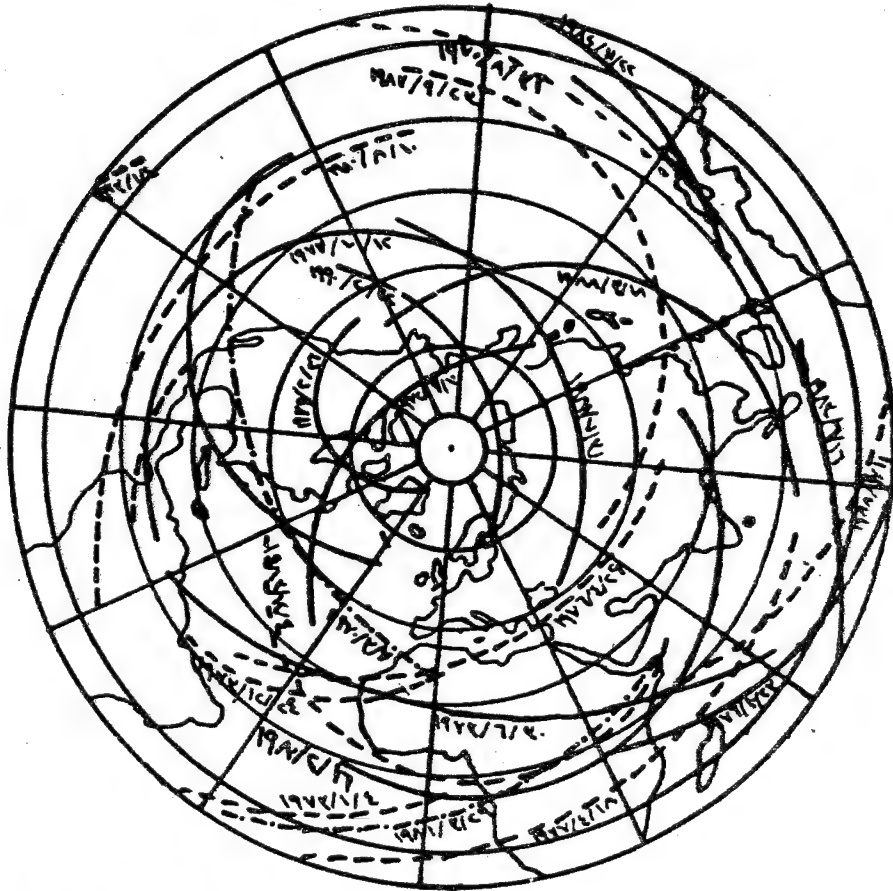
Finisterniss (sf)

هو الإختفاء الجزئى أو الكلى لجرم سماوى إما عن طريق دخوله في ظل آخر (خسوف القمر) أو حركة جسم آخر بين المشاهد والجسم السماوى بحيث يحجب رؤيته (كسوف الشمس) . وتنتمى أقمار المشتري إلى المجموعة الأولى بينما ينتمى إلى النوع الثانى ← إستتار النجوم خلف القمر وعبور الكواكب الداخلية أمام قرص الشمس وكذلك نقص اللعان في حالة المتغيرات الكسوفية .

كسوف الشمس (أنظر اللوحة رقم ٣) هو من أنواع الكسوف وفيه يمر قرص القمر أمام

ما كانت هذه المسافة كبيرة جدا إنتهى مخروط الظل قبل بلوغ سطح الأرض . وفي هذه الحالة لا يكون الكسوف كليا في أى مكان على سطح الأرض ، بل يمكن أن يكون فقط حلقى الشكل ، لأن قرص القمر يبدو أقل من قرص الشمس . ومن الممكن أن يبدأ الكسوف حلقيا ثم يصبح كليا (وقد يكون العكس) فيسمى في هذه الحالة حلقى - كلى . وإذا ما وصلت رأس المخروط بالكاد إلى سطح الأرض فإن منطقة الكسوف الكلى تنحصر في خط كما أن فترة الكسوف تقل إلى لحظه . وفي هذه الحالة يكون لكل من الشمس والقمر نفس القطر . ويسمح عدم الملوسة التامة لسطح القمر برؤية ضوء الشمس في بعض المواضع (ظاهرة الجبل اللؤلؤى) . وإذا ما مر مخروط

رأس المخروط إلى الأرض . لهذا فإن المنطقة على سطح الأرض التى يكون فيها الكسوف كليا ، أو منطقة الكسوف الكلى ، تكون صغيره دائما ، وبالتحديد فإن عرضها ٣٠٠ كم على الأكثر . وبسبب كل من حركة القمر ودوران الأرض يجرى مخروط الظل بسرعة تبلغ ٣٥ كم / دقيقه فوق سطح الأرض . من هنا فإن الكسوف الكلى ، في منتصف منطقة الكسوف ، يستغرق في أنسب حالاته ٧ر٦ دقيقه . ويتصل به على جميع الجوانب منطقة شبه الظل العريضه (بضع آلاف الكليو مترات) ، وفيها نرى أجزاء أقل محتفيه من قرص الشمس كلما بعدنا عن منطقة الكسوف الكلى . وتختلف الظروف من كسوف إلى آخر نظرا لتأرجح المسافة بين الأرض والقمر . فإذا



الظل قريبا من الأرض فإنه من الممكن أن تقع منطقة المشاهد في منطقة نصف الظل بحيث يشاهد الكسوف جزئيا .

يحدث في أثناء الكسوف هبوط ملحوظ في درجة حرارة الأرض . ويمكن أن يرى مشاهد على جبل ظل القمر وهو يتحرك على الوادى . وقبل الكلية بقليل يشاهد تأثيرات ضوء وظل (الظل الطائر) .

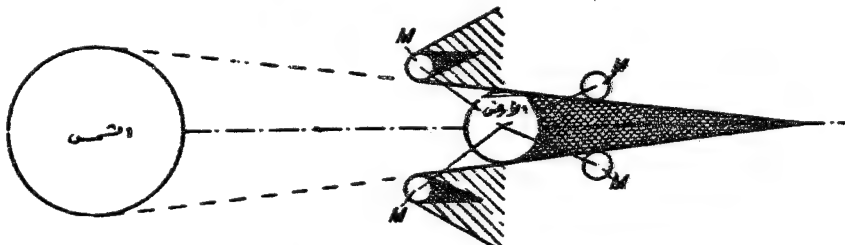
في أثناء الكسوف الكلى للشمس تتاح إمكانية ذهبية للفلك ، لأن الضوء الغزير والمتشتت من فوتوسفير الشمس يصبح غير موجود . وهذا الضوء يطفى في العادة على كل الإشعاعات الضوئية الخافتة من حافة الشمس وما يحاورها من مناطق . لذلك فإنه يمكن أثناء الكسوف تصوير كل من الكورونا والكروموسفير أو تحديد مواقع النجوم القريبة من حافة الشمس . ومن هذه المواقع يتم اختبار انحناء الضوء في مجال جاذبية الشمس ، الأمر الذى تنبأ به نظرية آينشتين . وتتضح أهمية الكسوف الكلى للشمس بالنسبة للفلك من إرسال بعثات باهظة التكاليف إلى مكان الكسوف . ويتم اختبار المكان من حيث الظروف الجوية (الإحتمال الأكبر لصفاء السماء) .

خسوف القمر : يحدث خسوف القمر عند دخوله في منطقة ظل الأرض . ويلزم لذلك أن يتواجد القمر مع الشمس في الإنصال ، أى لابد أن يكون القمر بدرا وقريبا من إحدى عقده كى لا يمر فوق أو تحت ظل الأرض . ويبلغ مخروط ظل

الأرض ثلاث مرات تقريبا قدر قطر القمر وذلك على بعد الأرض المتوسط من الشمس (شكل ٢) ، بحيث يصبح القمر أن يتحرك قدر قطره مرتين تقريبا في أثناء الخسوف عندما يتواجد في منتصف المخروط تماما . ولهذا فإن الخسوف الكلى يستغرق زمنا يصل إلى ١٠٠ دقيقة (← حركة القمر) . وتقدر المدة التى يستغرقها الخسوف من أول ملامسة القمر للظل حتى آخره بنحو ٣ر٥ ساعة . أما إذا ابتعد القمر عن العقدة فإنه لا يدخل كلية إلى منطقة ظل الأرض بل يمر جزء منه في الظل وتكون النتيجة خسوفا جزئيا . وكل خسوف يمكن رؤيته من جميع المناطق التى يكون القمر بالنسبة لها فوق الأفق .

إن ظل كل من الأرض والقمر يختلف في حجمه فقط . أما الاختلافات الأخرى فترجع إلى أن الأرض لها غلاف جوى كثيف بخلاف القمر . وما يدخل جو الأرض من إشعاع يتغير مساره بعض الشيء عما توقعه من مخروط الظل ، بحيث يظهر هذا المخروط غير واضح الحدود تماما . ولهذا أيضا لا يظهر قرص القمر مظلمًا تماما وإنما مائلا إلى اللونين البنى والأحمر . ومن خلال هذا التلوين يحاول العلماء إستخلاص النتائج حول تركيب الطبقات العليا للجو . وهذا هو الاهتمام العلمى تجاه خسوف القمر . وإذا ما مر القمر فقط خلال منطقة شبه الظل الأرضى فإنه لمعانه يقل بدرجة بسيطة جدا ، بحيث لا نستطيع إطلاقا التحدث عن أى خسوف .

الشمس
الظل



٤ رسم تخطيطى يوضح أكبر عرض بروجى يمكن أن يحدث فيه الكسوف بين مركزى الأرض والشمس الطول البروجى صفر .

القديمة ، لأنه يمكن حساب أوقات الخسوف والكسوف السابقة . وفي الأساطير القديمة نجد تصوير الكسوف أو الخسوف بأن الجرم السماوي سوف يتلعه كائن أسطوري (التنين على سبيل المثال) ومن هنا تسمى العقد القمرية بالعقد التنينية . وقد كانت دورة ساروس معروفة منذ الخلدن وأستعملت بعدهم في جميع العصور القديمة في التنبؤ بمواقيت الكسوف والخسوف . وكان إكتشاف التفسير الصحيح لذلك مبكرا عندما لوحظ حدوث الكسوف والخسوف في الإقتران والإستقبال أى وقتي الهلال والبدر على التوالي .

كسوف الشمس

solar eclipse

éclipse solaire (sf)

Sonnenfinsterniss (sf)

← الكسوف والخسوف .

كلاب الصيد

Canis Venatici, CVn (L)

hunting dogs

chiens de chasse (pm)

Jagdhunde (pm)

إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى . وتوجد بهذه الكوكبة كثير من السدم غير المجرية ومنها السديم الحلزوني الجميل M51 ، الذى يشاهد على شكل بقعة ضوئية سدymية بواسطة نظارة ميدان قوية (انظر اللوحة) . ومن السهل رصد الحشد الكروى M2 على الحدود مع كوكبتى العواء وشعر برنيقة .

الكلب

dog

chien (sm)

Hund (sm)

(١) ← الكلب الأصفر ، (٢) ← الكلب الأكبر ،

(٣) ← الكلب المتقدم .

الكلب الأصغر

Canis Minor, CMi (L)

little dog

petit chien (sm)

kleiner Hund (sm)

كوكبة في المنطقة الإستوائية تشاهد في ليالى

شيوخ الكسوف والخسوف : بالنسبة لمكان رصد معين يتكرر خسوف القمر أكثر من كسوف الشمس وذلك لأن الكسوف يمكن رؤيته فقط في منطقة صغيرة . ولكن بالنسبة للأرض كلها فإن كسوف الشمس يحدث عدديا مثل خسوف القمر مرة ونصف . ويوضح لنا شكل ٤ كيف يحدث ذلك . فحتى يحدث الإحتكاك للقمر مع ظل الأرض يلزم أن لا يزيد العرض البروجي للقمر أثناء الاستقبال عن درجة واحدة . وبخلاف ذلك يمكن أن يحدث كسوف الشمس حتى عندما يبلغ العرض البروجي للقمر أثناء الإقتران ٥ر٩ ، ومن الطبيعي أن يكون إحتال ذلك أكبر من الإحتال الأول . وقد قام الفلكي النمساوى «أوبلتر» في كتابه «مواقع الكسوف والخسوف» بعرض كل الخسوفات والكسوفات من عام ١٢٠٧ قبل الميلاد حتى عام ٢١٦١ . وفي القرن العشرين سيحدث ٢٢٨ كسوف و ١٤٨ خسوفا (الجدول VI ، VII في التذييل) .

يلزم لحدوث الكسوف أو الخسوف إقتران طور الهلال أو البدر مع عقده . ويعود نفس الطور بعد شهر إقتراني . لكن مرور القمر بعقدته يحدث بعد شهر دراكوني . وحيث أن ٢٢٣ شهرا إقتراني (= ٢٢٣ × ٢٩ر٥٣٠٦ يوما = ٦٥٨٥ر٣٢١٦ يوما) يبلغ نفس الوقت تقريبا مثل ٢٤٢ شهر دراكوني (= ٢٤٢ × ٢٧ر٢١٢٢ يوما = ٦٥٨٥ر٣٥٧٢ يوما) فإن الخسوف أو الكسوف يتكرر بعد هذه المدة تحت نفس الظروف . وهذه الفترة الزمنية حتى التكرار الدوري تسمى دورة «ساروس» (≈ ١٨ سنة و ١١ يوما في حالة ٤ سنوات كبيسة أو ١٨ سنة ، ١٠ أيام في حالة ٥ سنوات كبيسة) .

كان الخسوف والكسوف يشاهد بإتزعاج كبير ولكن دائما أيضا بإهتمام بالغ . لهذا فإنه ليس غريبا أن يبدأ تسجيل هذه المشاهد الطبيعية مبكرا . ومن هنا يمكن تحديد التسلسل الزمني للحضارات

الكلف الشمسي
sunspots
tache Solaire (sf)
Sonnenfleck (sm)
← البقع الشمسية .

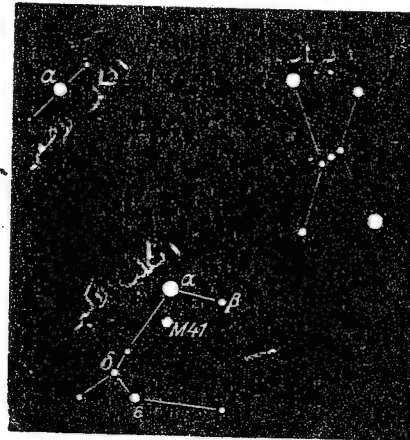
الكلية
totality
totalité (sf)
Totalität (sf)
يقصد بها في الفلك تمام ← الكسوف .
ويسمى الحيز الذي يحدث فيه كسوف الشمس كلياً
بنطاق الكلية .

كم بلانك الفعال
Planck's effective quantum
quantum effective de planck (sm)
plancksches Wirkungsquantum (sm)
يرمز له بالرمز h وهو ثابت أدخله «بلانك»
لأول مرة عام ١٩٠٩ في نظرية الكم ؛ $h =$
٦.٦٢٦ × ١٠^{-٣٤} إرج/ث ، أى أن له وحدات
الشغل (طاقة × زمن) .
الكم الضوئى أو الفوتون

light quantum
photon (sm)
Lichtquant (sn)
هو حامل الطاقة والدفع في موجة ضوئية . ومن
الممكن تخيل القطارات الموجية متجمعة تكون الكم
الضوئى إذ أنه تبعاً لنظرية الكم للضوء يمكن اعتبار
الضوء في نفس الوقت ذو صفات موجية وجسيمية .
والضوء مكون من أصغر الجسيمات وهى الكمات
الضوئية مثلاً تتكون المادة من الذرات . وعلى وجه
الخصوص فإن الطاقة الضوئية لا يمكن إمتصاصها أو
إنبعاثها لكمية إختيارية وإنما على شكل احدى أو
عديد من الكمات الضوئية . وتعتمد طاقة الكم
الضوئى E على ذبذبة الإشعاع « وبالتالى على
طول الموجة λ ، وترتبط بينهما العلاقات $E = h\nu = hc/\lambda$
حيث $h = 6.626 \times 10^{-34}$ إرج/ث ،
وهو عبارة عن كم بلانك ، بينما $C = 3 \times 10^{10}$
سم/ث ، وهى سرعة الضوء . وعلى ذلك فإن الضوء
قصير الموجة ، على سبيل المثال الضوء البنفسجى ،

الشتاء . والنجم الرئيسى في هذه الكوكبة هو النجم
 α أو ← الشعرى الشامية ، الذى ينتمى إلى ألمع
نجوم السماء .

الكلب الأكبر
Canis Major CMA (L)
greater dog
grand chien (sm)
größer Hund (sm)
هو كوكبة تقع جنوب خط الإستواء السماوى
ونشاهدها في ليلى الشتاء . والنجم الرئيسى في هذه
الكوكبة هو α أو ← الشعرى اليمانية ، ألمع نجم
في السماء . وعلى بعد حوالى ٣٠ سنة ضوئية عن الأرض
يوجد الحشد النجمى M41 . وخلال الكوكبة يمر
الطريق اللبنى .



وضع كوكبى الكلب الأكبر والكلب الأصغر بالنسبة
لبعضها وللجبار . والنجم في كوكبة الكلب الأكبر هو
الشعرى اليمانية بينما في الكلب الأصغر هو الشعرى
الشامية .

الشمى اليمانية	الشمى الشامية
اللمعان (بالقدر)	١٤٣- ٣٥
النوع الطيفى	A1 F5
نوع قوة الإشعاع	IV V
المسافة (بارسك)	٢٧ ٣٥

الكلب المتكلم
Procyon (L)
هو نجم ← الشعرى الشامية .

كتنورات الخطوط الطيفية

contours of the spectral lines

contours des raies (pm)

Linienkontur (pf)

← الطيف .

كوآزار

Quassar

هو اختصار من الإنجليزية لإسم ← المنابع

الراديوية الشبيهة بالنجوم .

كوبرنيكوس

copernicus

copernicus

Kopernikus

هو نيكولاس كوبرنيكوس وبالبولندية نيكولاي

كوبرنيك ، مطران وطبيب وفلكي ولد بتاريخ ١٩

فبراير ١٤٧٣ في بلدة تورون وتوفي بتاريخ ٢٤ مايو

١٥٤٣ في فرومبورك (فرونبورج) . فقد كوبرنيكوس

والده في سن العاشرة فتولى عمه أسقف أرمالند

تربيته . وبدأ كوبرنيكوس تعليمه في بلدة كراكوف

عام ١٤٩١ ، حيث يمكن أن يكون قد إستمع فيها

إلى محاضرات عن الفلك . وفي عام ١٤٩٦ سافر

لدراسات أخرى إلى إيطاليا وذلك لفترة طويلة أولا في

بولونيا . وهناك درس القانون ، على وجه

الخصوص ، وبجانب ذلك إهتم بالفلك . ثم أرسله

البابا في عام ١٥٠٠ إلى روما لدراسة الفلك وبعد إلى

بادورا حيث درس الطب ، على وجه الخصوص حتى

عام ١٥٠٣ ، بعدها عاد إلى وطنه فمكث بعض

الوقت في كراكوف ، حيث عمل كطبيب أمراض

باطنية لعمه في هابلسبرج (الآن ليدزبارك

فارمنسكي) . وبعد وفاة عمه رحل كوبرنيكوس في

عام ١٥١٢ كمطران إلى فراون بورج ، حيث بقى

هناك إلى نهاية أيامه . فوجد هناك الوقت الوقت

الطويل لدراساته الفلكية . وبين الحين والآخر شغل

كوبرنيكوس مناصب إدارية ودينية .

ترجع شهرة كوبرنيكوس إلى تبنيه فكرة وجود

الشمس وليس الأرض كجسم ثابت في مركز المجموعة

يتكون من فوتونات أعلى في طاقتها عن فوتونات

الضوء طويل الموجة مثل الأحمر . وحسب نظرية

النسبية فإنه يمكننا أن نخص كل كم ضوئي بدفع P

وكتله m . والطاقة E تقابل تبعا لهذه النظرية كتله

محدودة تربطها مع الكتلة العلاقة : $E = mc^2$ ،

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$$

لذلك فإن كتلة الكم الضوئي :

ويتم حساب الدفع كحاصل ضرب الكتلة m

والسرعة c أى أن :

$$P = mc = \frac{E}{c^2} \cdot c = \frac{h\nu}{c}$$

ويرجع تقسيم الطاقة إلى كمات إلى كل من «ماكس

بلانك» (١٩٠٠) و«ألبرت آينشتين» (١٩٠٥) .

كمية الحركة

momentum, quantity of motion

quantité de mouvement (sf)

Impuls (sm), Bewegungsgröße (sf)

هى حاصل ضرب كتلة الجسم وسرعته . والبعد

المنظر لذلك في حالة الحركة الدورانية هو كمية الحركة

الزاوية وهى عبارة عن حاصل ضرب العزم

والسرعة الزاوية للجسم الدوار . ونحصل على العزم

عندما نوجد mr^2 لكل عنصر وزنى كتلته m وبعده

عن محور الدوران r ، ثم نقوم بتجميع هذه

النتائج لكل العناصر الوزنية .

ولكل من كمية الحركة وكمية الحركة الزاوية كميات

غير متغيرة :

(أ) فكمية الحركة ثابتة عندما لا تؤثر على الجسم أية

قوى ، (ب) وكمية الحركة الزاوية ثابتة عندما

لا يؤثر على الجسم أى عزم .

كمية الحركة الزاوية

moment of momentum

moment angulaire (sm)

Drehimpuls (sm)

انظر ← كمية الحركة .

فهى ناشئة من دوران الأرض حولها محورها . وبذلك وضع كوبرنيكوس الأساس للآراء الحديثة . وقد أدى به إفتراض مدارات دائرية إلى إختلاف مع الأرصاد ، وبذلك وجد نفسه مضطرا للتخلي عن جزء من نظريته كما لجأ بالاضافة إلى ذلك إلى حركات إيبسيكل من جديد . وبالرغم من ذلك لم تتمكن نظريته الكوكبية من تفسير الأرصاد بدقة أكثر عن النظريات القديمة . وبذلك لم تعارض تعاليمه في القرن اللاحق من الكنيسة فقط وإنما رفضها الفلكيون أيضا . أما الدليل على صحة تعاليم كوبرنيكوس فقد أعطاه كبلر بعد ٨٠ سنة ، بعد أن حرر نظرية كوبرنيكوس من نقائصها ، وإن ظلت جداول تحسب على أساس كتاب كوبرنيكوس ، كما أستعملت بعضها كأساس للتقويم الجريجوريانى . ويأتى الدليل على أن كوبرنيكوس كان معروفا جدا أثناء حياته من البحث عنده عن نصائح لتعديل التقويم الذى طال التخطيط من أجله .

الكوكب

Pupis, Pup (L)

pupis

poupe (sf)

Achterschiff (sm), Hinterteil des schiffs (sm)

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبي ، التى ترى فى ليالى الشتاء وتربها سكة التبانة . ويوجد بالكوكب مجموعة من الحشود النجمية .

الكورونا

corona

couronne (sf)

Korona (sf)

(١) الكورونا الشمسية (٢) الكورونا الحجرية ؛

← الإشعاع الراديو .

الكورونا الشمسية

solar corona

couronne solaire (sf)

Sonnenkorona (sf)

[اللوحة ٣] هو الإكليل خافت الإضاءة والممتد

بعيدا حول قرص الشمس ، وكذلك الطبقات

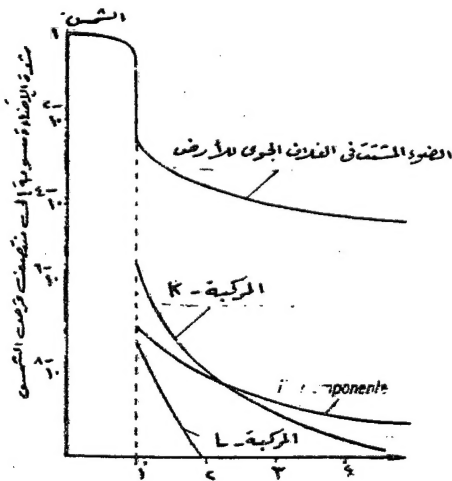
الشمسية (العالم المعروف حتى وقتها) ، على أن تتحرك الأجسام الأخرى حولها . وبنظرة مركزية الشمس هذه وقف كوبرنيكوس مناهضا لتعاليم بطليموس عن مركزية الأرض ، التى ظلت وقتا طويلا غير قابلة للطعن . وليس معروفا على وجه الدقة متى كون كوبرنيكوس رأيه عن مركزية الشمس بدلا من مركزية الأرض ، ومن المحتمل أن يكون ذلك قد حدث مبكرا جدا حوالى عام ١٥٠٧ . وعلى أى حال فإن كوبرنيكوس قد قام فى عام ١٥١٠ بكتابة مقال صغير قدم فيه رأيه ، وإصطدم فيه بصعوبات أراد تذليلها أولا قبل توزيع مقال أكبر . ولهذا الغرض قام كوبرنيكوس بأخذ أرصاد بنفسه وإن لم تساعده ، حيث أنه أخذها بواسطة أجهزة بائسة بناها بنفسه ، ولذلك رجع إلى أرصاد قديمة مليئة بالأخطاء . وقد أنهى كوبرنيكوس بحثه الكبير بعد عام ١٥٣٠ ببضعة أعوام وإن كان قد تردد فى نشره بسبب ما بدى له من صعوبات جديدة فى تفسير حركة الكواكب . ولم يسمح كوبرنيكوس بطبع أى نسخة من هذا البحث إلا عام ١٥٤٠ حيث طبع منه نسخة واحدة ثم بعد ذلك - نتيجة لضغط من أصدقائه - إضطر إلى طبع كتابه كله . وقد وصلت أول نسخة من الكتاب يوم وفاته إلى فروان بورج . وكان عنوان هذا الكتاب الشهير قد تغير أثناء الطبع بدون علم كوبرنيكوس . وإحتوى الكتاب بالاضافة إلى الأفكار الجديدة عن المجموعة الشمسية على مقدمة قصد بها واضعها إضعاف إستنتاجات كوبرنيكوس .

وقد إستند كوبرنيكوس فى نظريته التى قدمها فى هذا الكتاب إلى أن حركة الأجسام السماوية يمكن تفسيرها بطريقة أفضل وأبسط إذا تركنا فكرة وجود الأرض فى مركز الكون . وقدم تعاليمه بأن الشمس تمثل مركز الكون وتدور حولها الكواكب فى مدارات دائرية . والحركات المرصودة للأجرام السماوية عبارة عن حركات ظاهرية تأتى من ناحية من حرمة الأرض والكواكب الأخرى فى مداراتها ومن ناحية أخرى

وبردت في بضع ثوان . وقد أعتقد قديما بأن التسخين راجع إلى سقوط مادة من الخارج ، أما الآن فيسود الاعتقاد بأن ذلك راجع إلى تحول الطاقة الميكانيكية . فبتأثير مع التحجب تنشأ موجات صوتية (موجات ضغط بسرعة الصوت) ، تنقل الطاقة الناشئة من مناطق تيارات حمل الهيدروجين خلال الفوتوسفير . وفي أعلى الكروموسفير ذو الكثافة المنخفضة تتحول الموجات الصوتية إلى موجات تصادمية ذات سرعة أكبر من سرعة الصوت تفقد طاقتها هنا وفي الكورونا الشمسية ذات الكثافة الأقل من الكروموسفير. ويكفي حوالى 0.0001 من الطاقة الموجودة في التحجب كى تصل الكورونا الشمسية إلى درجة حرارتها العالية .

يعمل هروب الجسيمات ذات الطاقة العالية إلى الفراغ بين الكواكب كعامل تبريد بجانب الإشعاع . وتجري هذه «الرياح الشمسية» خلال كل المجموعة الشمسية بحيث أن غاز ما بين الكواكب ليس إلا مادة كورونا جارية إلى الخارج .

يستدل على الإلكترونات الحرة وبعض أنواع الأيونات في مادة الكورونا عن طريق جزء من الظواهر الإشعاعية التى يمكن رؤيتها في بعض



١. العلاقة بين لسان المركبات الثلاث من الكورونا الشمسية

مع البعد عن مركز قرص الشمس .

الخارجية قليلة الكثافة جدا من الغلاف الجوى الشمسى فوق كل من فوتوسفير وكروموسفير الشمس . أى أننا نختي بتسمية الكورونا الشمسية من ناحية ظاهرة ضوئية ومن ناحية أخرى مادة لها علاقة مباشرة بالشمس (مادة الكورونا) ، مع ملاحظة أن جزءا فقط من مادة الكورونا يتسبب في الاضاءة .

إن الطبقات التى تعلو كروموسفير الشمس من الغلاف الجوى الشمسى يمكن اعتبارها الأجزاء الخارجية من غلاف الشمس الجوى أو- عندما نقصر إصطلاح الغلاف الجوى الشمسى على كل من الفوتوسفير والكروموسفير- الطبقات الإنتقالية بين الغلاف الجوى الشمسى ومادة ما بين الكواكب . وهذه الطبقات ممتدة أكثر بكثير عن طبقات الفوتوسفير والكروموسفير اللتان تحتها . يتكون غاز الكورونا الشمسية من ذرات متأينة ، غالبا من الهيدروجين والإليكترونات الطليقة التى يمكن إستخراج كثافتها من الأرصاد . وتقل كثافة الإليكترونات دائما كلما إبتعدنا عن الشمس . يحدث هذا الانخفاض سريعا جدا فى الأجزاء الداخلية من الكورونا الشمسية ، بينما يوجد إنتقال دائم إلى كثافة غازات ما بين النجوم فى الأجزاء الخارجية . وعلى إرتفاع حوالى مرة قدر قطر الشمس وفوق سطحها تقدر كثافة الإليكترونات بحوالى مليون إليكترون لكل سم^٣ .

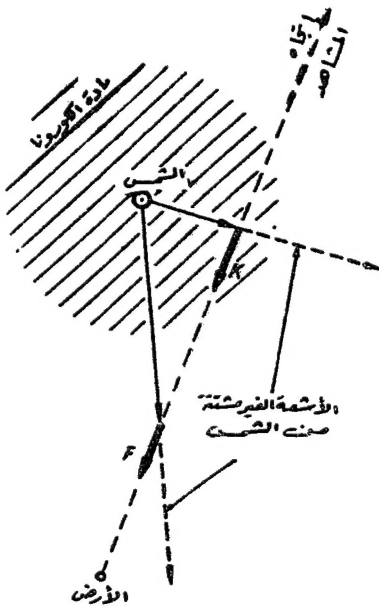
تقدر درجة حرارة الغاز فى الكورونا الشمسية حوالى مليون درجة أى حوالى ٢٠٠ مرة قدر درجة حرارة الفوتوسفير . ويبدأ الإرتفاع فى درجة الحرارة فى أعلى الكروموسفير ثم يحدث سريعا فى منطقة الإنتقال إلى الكورونا الشمسية . ويرجع عدم رؤية الكورونا الشمسية ، على الرغم من أنها شديدة الاشعاع ، إلى صغر كثافتها . ودرجة الحرارة العالية جدا فى الكورونا تحتاج إلى تعليل . فمادة الكورونا لا بد لها من تسخين دائم ، وإلا بعثت تلك المادة بواسطة كثافتها القليلة ودرجة حرارتها العالية بطاقتها

المناسبات أو بواسطة الأجهزة المساعدة الخاصة حول قرص الشمس .

في الحالة العادية لا يمكننا رؤية الكورونا الشمسية بجانب إشعاع قرص الشمس الأكثر في شدة ضوئه فيها بحوالى مليون مرة . ويتشتت ضوء الشمس في جو الأرض بحيث تختفى الكورونا كلية بالنسبة للضوء المتشتت ، الذى يتسبب في إضاءة السماء أثناء النهار (الشكل) . وتظهر الكورونا حول القمر الداكن فقط عندما يخفى قرص الشمس كلية أثناء كسوفها الكلى بواسطة القمر ولوقت قصير . كما يمكن أيضا رؤية الأجزاء الداخلية اللامعة من الكورونا بواسطة كورونوجراف وذلك في غير أوقات الكسوف .

يمكن تتبع إمتداد الكورونا اللامعة إلى أبعد من خمسة أضعاف قطر الشمس . والإكليل الإشعاعى يغير من شكله باستمرار ، وله علاقة واضحة مع دورة البقع الشمسية . لذلك فإننا نميز بين الكورونا العظمى التى تظهر أثناء النهاية العظمى للبقع الشمسية وبين الكورونا الهادئة . أثناء وقت حضيبض ، أى أثناء البقع الشمسية . وللكورونا العظمى أشعة طويلة تمتد إلى كل الاتجاهات تقريبا ، بينما الكورونا الهادئة على العكس من ذلك مفلطحة ؛ وتوجد فيها فقط بالقرب من خط الاستواء الشمسى أشعة طويلة تسير فى الغالب موازية لخط الاستواء الشمسى . وعند القطبين توجد فقط أشعة أقصر كثيرا . ويحاطب الأشعة نجد فى الكورونا الشمسية أشكال منحنية وخصوصا فوق التواءات الشمسية . وهناك علاقة للتواءات الشمسية والأشعة الطويلة ، إذا أن كلا الظاهرتين تحدثان بالقرب من القطبين أثناء النشاط الأعظم فقط للبقع الشمسية . علاوة على ذلك يمكن رصد عقد لامعة فى الكورونا الشمسية . وكل هذه الأشكال يسودها لمعان متشتت يخفت كلما إتحجنا إلى الخارج ، أى بزيادة البعد عن قرص الشمس وذلك حتى ندخل فى الضوء البهوجى .

يتضح من طيف الكورونا أن تلك الظاهرة الضوئية تتكون من ثلاثة أجزاء ذات أطيايف مختلفة ، وعلى أساس ذلك يمكن التمييز بينهم . فالمركبة K- من شعاع الكورونا لها طيف مستمر ، أى ليس لها خطوط طيفية . وتوزيع شدة الإضاءة فى الطيف يماثل الطيف المستمر لأشعة الشمس . والمركبة F- لها فى الأساس نفس الطيف مثل ضوء الشمس ؛ أى طيف مستمر عليه خطوط فراونهوفر الإمتصاصية . أما المركبة I- فتكون من خطوط إنبعاث منفصلة . وتجتمع هذه الأطيايف الثلاثة مكونة طيف كلى للكورونا الشمسية ، مكون من طيف إستمرار قوى فوقه خطوط إنبعاث وإمتصاص . ويقل لمعان كل المركبات ومعها اللمعان الكلى للكورونا الشمسية بزيادة البعد عن قرص الشمس ، إلا أن الإنخفاض يختلف من مركبة إلى أخرى (الشكل) . وهذا هو السبب فى تغيير التركيب الطيفى النسبى وبالتالى تركيب الطيف الكلى بالابتعاد عن حافة الشمس . فعلى حافة قرص الشمس تغلب المركبة K- ، وبعد حوالى نصف قطر الشمس عن الحافة تغلب المركبة F- .



٢- رسم تخطيطى لنشأة كل من المركبة F- (F) والمركبة K- (K) من الكورونا الشمسية فى اتجاه رصد ما .

خطوط الإمتصاص ، التي كانت موجودة في طيف الضوء غير المشتت ، متسعة في طيف الضوء المشتت . ولإليكترونات مادة الكورونا - بسبب الارتفاع في درجة الحرارة - سرعات عالية غير منتظمة للدرجة أن خطوط الإمتصاص تتسع بدرجة لا يمكن التعرف عليها . من هنا فإننا لا نجد في طيف الضوء المشتت ، أى طيف المركبة -K ، خطوط إمتصاص فراونهوفر الموجودة في الضوء غير المشتت . وتبعاً لذلك يبدو طيف المركبة -K مستمراً تماماً . ومن لمعان المركبة K ونقص لمعانها كلما إتجهنا إلى الخارج من حافة الشمس يمكن تعيين كثافة الإليكترونات في طبقات مختلفة الارتفاع في مادة الكورونا .

والمركبة F- (مركبة فراونهوفر) هي أيضاً عبارة عن ضوء شمسي مشتت ، الشيء الذي يتضح من تطابق طيف هذه المركبة مع طيف ضوء الشمس المباشر . لكن التشتت يحدث في مناطق مختلفة تماماً عما يحدث للمركبة -K ، وبالتحديد فإنه يحدث على الجسيمات الترابية الموجودة في مادة ما بين الكواكب بين الشمس والأرض . هذه الجسيمات الترابية لها أقطار تتراوح من ٦٠ إلى ١٠٠ سم . ولا يمكن أن تكون هذه الجسيمات موجودة في منطقة يقل بعدها عن الشمس عن ١٠ أمثال قطرها ، وإلا تبخرت هذه الجسيمات بفعل الإشعاع الشمسي الشديد . أى أن الجسيمات الترابية لا تنتمي إلى الطبقات الخارجية للغلاف الشمسي (مادة الكورونا) . ويرمز لهذه المادة الترابية عادة بالضوء البروجي ، لأنها تنتمي إلى السحابة الترابية ، التي تظهر في شكل الضوء البروجي على مسافات زاوية كبيرة من الشمس . أى أن المركبة F تمثل بذلك امتداد الضوء البروجي حتى قرص الشمس . وما يظهر في طيف المركبة -K من خطوط إمتصاص كالتى توجد في طيف ضوء الشمس غير المشتت يرجع إلى أن الجسيمات الترابية الكبيرة لها سرعات أقل كثيراً عن إليكترونات المركبة -K ، وذلك على العكس مما يظهر في طيف الأخيرة . ومن

تشع المركبة -L (الطيف الخطي) أيونات مادة الكورونا . وهذا الإشعاع يكون حوالى ١ - ٢٪ من الإشعاع الكلى للكورونا . وشدة المركبة -L تقل كثيراً وبصورة خاصة مع زيادة البعد عن حافة الشمس . وهذا هو السبب في أننا نرصدها على أحسن وجه بالقرب من حافة الشمس . ويقتصر الإشعاع على قليل من الأطوال الموجية أى أنه في الغالب مركب في بضعة خطوط طيفية شديدة . وهذه الخطوط الكورونية مثل الخطوط السديمية في مادة ما بين النجوم غير معروف عنصرها الكيماوى . وفي عام ١٩٤١ إتضح أنها تنبعث من عناصر عالية التأين ، وخصوصاً الحديد والنيكل والكالسيوم . بهذه الطريقة ينشأ خط الكورونا الأحمر عند الطول الموجي ٩٣٧٤ أنجستروم من ذرات الحديد المتأينة تسع مرات ، والخط الأخضر عند ٥٣٠٣ أنجستروم من ذرات الحديد المتأينة ١٣ مرة . في هذه الخطوط تتم الأرصاد ، في الغالب ، بواسطة مطياف الكورونا (الكورونوجراف) . وخطوط الكورونا خطوط محرمة مثل الخطوط السديمية في ← غاز ما بين النجوم . ويرجع وجود مثل هذه الذرات عالية التأين إلى درجة الحرارة العالية .

يظهر وجود إليكترونات طليقة في المركبة -K (المركبة المستمرة) من مادة الكورونا . فالضوء الذى نشاهده هو بالتحديد ضوء الشمس منبعث في إتجاه آخر غير إتجاه خط البصر ثم يتشتت إلى الأرض . من ذلك يمكن أن نتوقع أن يكون طيف هذا الضوء المشتت هو نفس طيف الضوء المباشر إلينا من الشمس . وليست هذه هي الحقيقة لأنه في كل عملية تشتت تحدث ظاهرة دوبلر أى تغيير في طول موجة الضوء المشتت ، وذلك عندما تكون الإليكترونات مسببة التشتت متحركة . فإذا ما كانت الإليكترونات متحركة في غير إنتظام فإنه ينشأ عن ذلك ظاهرة دوبلر حرارية ، يتوزع تبعاً لها ضوء موجة معينة على نطاق موجى عريض . بسبب ذلك تظهر

الكورونا R-

R-corona

couronne - R (sf)

R-Gebiete (pn)

مناطق في الكورونا الشمسية تتسبب في تغيير الاشعاع الراديوى ← للشمس لفترة قصيرة . ولا تظهر لذلك أى أثر في النطاق البصرى من الطيف .

الكورونوجراف

coronograph

coronographe (sm)

Koronograph (sm)

هو أحد أجهزة ← أرصاد الشمس .

الكوكب أو النجم السيار

planet

planète (sf)

Planet (sm)

هو جسم سماوى كبير ضمن المجموعة الشمسية ، يضىء بما ينعكس عليه من ضوء الشمس . وحتى الآن فإننا نعرف ٩ كواكب هى حسب بعدها عن الشمس : عطارد ، الزهرة ، الأرض ، المريخ ، المشترى ، زحل ، يورانوس ، نبتون ، بلوتو . أما ما يؤثر على مدار بلوتو في بعض الأحيان ، ويعرف تحت اسم ترانس بلوتو (ما بعد بلوتو) فلم يكتشف بعد .

وعلى خلاف النجوم الثوابت ، التى نراها كنقط مضئية فإن الكواكب ترى في المنظار كأقراص كبيرة إلى حد ما حسب أبعادها وأحجامها . وهذا هو السبب في تأثير الكواكب ← بالتألق بدرجة أقل من النجوم الثوابت . واللمعان الظاهرى للكواكب يختلف جدا ، فآلمعها بعد الشمس والقمر هى الزهرة ؛ وأحيانا يكون كل من المريخ والمشتري ألمع من الشعرى اليمانية ، التى تعتبر ألمع نجوم السماء ؛ أما لمعان كل من عطارد والمشتري فيعادل أحيانا النجمين اللامعين النسر الواقع والسمالك الرامح ؛ ويرى زحل بالكاد بالعين المجردة ، بينما نبتون وبلوتو لا يشاهدان إلا بالمنظار أو على الصور الفوتوغرافية . ولمعان

هنا فهذه الجسيمات تتسبب في تأثير حرارى دوبلرى صغير جدا .

إن مادة مادة الكورونا لا تشع فقط في النطاق البصرى من الطيف وإنما أيضا في كل من الموجات القصيرة والطويلة جدا ، أى بالتحديد في نطاق أشعة رونتجن والإشعاع الراديوى (← الشمس) . علاوة على ذلك فإن الإشعاع الراديوى الشمسى ، ذو الطول الموجى الأطول عن ١م ، ينشأ كلية من الطبقات العليا في الكورونا ، لأن هذه الطبقات ليست منفذة للإشعاع المنبعث من الطبقات الأعمق ؛ والطبقات الأعمق والأكثف تظل غير منفذة للإشعاع حتى نطاق الموجات الستيمترية .

ترتبط كثير من ظواهر ← النشاط الشمسى بظواهر الكورونا الشمسية . ومن ذلك على سبيل المثال المادة فوق الساخنة والمتكاثفة في الكورونا الشمسية ، تكثفات الإكليل الشمسى ، التى يمكن أن تبقى لبضع شهور على إرتفاع بضع عشرات الآلاف من الكيلو مترات فوق البقع الشمسية . ويظهر أثر هذه التكثفات في الإشعاع الراديوى للشمس تماما كالمناطق التى تظهر وقتيا في الكورونا الشمسية مثل مناطق R- . وربما كان لهذه التكثفات علاقة بمناطق البقع الشمسية في الفوتوسفير ، إلا أن تركيبها الفيزيائى لا يزال غير معروف . وهناك إشعاعات اضطرابية قصيرة الزمن في النطاق الراديوى يمكن أن تكون ناشئة من الإشعاع الجسمى للشمس أثناء مروره خلال الكورونا الشمسية . ويعتقد أن تكون الإشعاعات الإكليلية الطويلة ناشئة أيضا من التيارات الجسمية . هذا وقد سبقت الإشارة إلى العلاقة بين تركيب كل من الإشعاع والانحناءات والتواءات الشمسية . في النهاية نرى أنه ليس من العجيب في شىء ، أن يتغير شكل وظواهر الكورونا الشمسية في أثناء دورة النشاط الشمسى بطريقة منتظمة .